دكتور حسن سيد احمد ابو العينين
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب جامعة الاسكندرية

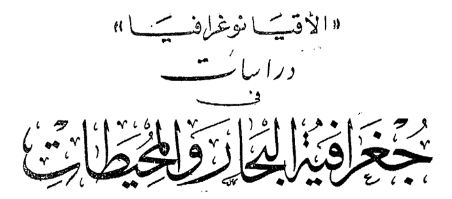
الاقيانوغرافيا

دراسات في

جغرافية البحار والمحيطات

الطبعة الثانية

١٩٧٦



تأليف

الدكتور حسن سيد احمد ابو العينين

M. A., Ph. D., Sheffield (U. K.)

أستاذ الجغرافيا الطبيعية ، كلية الآداب

جامعة الاسكندرية

الطبعة الثانية

مؤسسة الثقافة الجامعية

بالاسكندرية

دراسات في
جغرافية البحار والمحيطات

بسم الله الرحمن الرحيم

«أو لم ير الذين كفروا أن السموات والأرض كانتا رتقاً ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون»

صدق الله العظيم

الإهـــداء

إلى . . . مروان

تصـــــــدير

على الرغم من أن المسطحات المائية تشغل نحو ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية ، إلا أن الدراسات الجغرافية اقتصرت عنايتها منذ القدم على دراسة جغرافية الربع الآخر من سطح الأرض – ألا وهو اليابس . ولكن فى هذا العصر الحديث ، فقد فاضت فيه الأرض بسكانها من البشر ، وتوالى إطراد الزيادة السكانية بصورة تدعو إلى القلق والخوف على مستقبل العائلة البشرية ، تبعاً للإرتفاع المستمر فى معدلات المواليد ، والإنخفاض التدريجى فى معدلات الوفيات بالعالم . ويظهر من دراسة الإحصاءات أن المجموع الكلى لسكان العالم منذ حوالى ثلاثة قرون مضت لم يزد عن ٥٤٠ مليون نسمة . ولكن ارتفع عدد سكان العالم إلى نحو ١١٧٠ مليون نسمة عام ١٨٥٠ ، وأصبح عدد سكان العالم فى الوقت الحاضر يربى على ٤٠٠٠ مليون نسمة .

وأشار علماء الإقتصاد إلى ضرورة العمل على زيادة الإنتاج الإقتصادى العالمى حتى تتناسب أعداد الجنس البشرى مع الموارد الطبيعية والغذائية فوق سطح هذا الكوكب : ولما كانت الأرض الطيبة قد استغلت فى الإنتاج الزراعى قروناً طويلة خلال فترات التاريخ البشرى كما هو الحال فى الصين ، والهند ، وجمهورية مصر العربية ، وأصبحت لا تجود إلا بالقليل الذى لايكاد يكفى إطعام الأعداد الغفيرة من البشر ، عنيت الحكومات المختلفة باستغلال موارد طبيعية جديدة ؛ وعلى ذلك فتح مجال لإستغلال مياه البحار والمحيطات ،

واستخلاص ما بها من غذاء واقتناص ما تحتوية المياه من كائنات ، وجمع ما قد يوجد على شواطئها من أعشاب ونباتات ، وإعداد كل هذه الموارد الطبيعية الجديدة لتوفير الغذاء للسكان . وهكذا استغلت الأسماك فى غذاء كثير من الشعوب ، أما تلك الأسماك الأخرى التى لا تؤكل فقد استغلت حديثاً فى صنع دقيق السمك ، الذى يخلط بعلف الحيوان لإحتوائه على نسبة كبيرة من المواد البروتينية ، كما يستخرج من بعض العائلات السمكية ، الزيوت والشحوم المختلفة . وقد تبين أن زيت السمك يحتوى على نسبة كبيرة من الأحماض الأمينية الهامة لجسم الإنسان ، هذا إلى جانب إحتوائه على فيتامين آ ، د وكميات كبيرة من الفوسفور . وتعد لحوم الأسماك سهلة الهضم إذا ما قورنت بلحوم الطيور أو الحيوانات .

وقد اتخذت بعض الشعوب من البحر ملجأ لهم . فيسكن بعض اليابانيين فى قوارب وعوامات مثبتة على طول السواحل البحرية . كما يعيش كثير من الصينيين فى قوارب نهرية ، وقلما تطأ أقدامهم الأرض اليابسة إلا عند قضاء حاجاتهم الملحة .

ويؤكد علماء الأقيانوغرافيا (الباحثون فى أفرع علوم البحار والمحيطات) : أن الإنسان لم يستغل المسطحات البحرية إستغلالا إقتصادياً مجزياً حتى اليوم . فلا تزيد مساحة المسطحات المائية المستغلة فى الصيد بالبحار والمحيطات عن ١٠٪ من جملة مساحة المسطحات المائية فوق القشرة الأرضية . ويشير الباحثون إلى أن قاع البحر مازال حتى اليوم بعيداً عن الإستغلال البشرى ، لما يحتوية هذا القاع من رواسب ومعادن وما قد يتجمع فى صخوره القارية القريبة لأطراف القارات من خزانات بترولية لم يكتشف منها الإنسان إلا النذر اليسير .

وقد استدعت حاجتنا الملحة للموارد الإقتصادية الجديدة ، إلى البحث عن مزيد من المواد الغذائية اللازمة للإنسان بمياه البحار والمحيطات . وتبعاً لإهتمام الإنسان بمعرفة حالة الطقس والتنبؤ بمظاهره اليومية لخدمة الملاحة الجوية ،

والملاحة البحرية ، وحماية السواحل والموانى من فعل تآكل أمواج البحر لها ، وإعذاب مياه البحر وإستغلالها فى المناطق التى يقل فيها سقوط الأمطار ، والبحث عن المعادن التى قد تكون متراكمة فوق أرضية البحار ، كان لزاماً على الباحثين الكشف عن خبايا البحار والمحيطات . وعلى ذلك أهتمت حكومات العالم وهيئاته العلمية وجامعاته ، بدراسة الخصائص الطبيعية ، والكيميائية والبيولوجية لمياه البحار والمحيطات حتى يمكن إستغلالها أعظم إستغلال . وساهمت بعض هذه الحكومات فى إنشاء معاهد علوم البحار مثل معهد سكريبس بكاليفورنيا ومعهد ميامى الواقع على الساحل الجنوبى الشرقى لفلوريدا ، ومرصد لمونت الجيولوجى بنيويورك . وأنتشرت معاهد علوم البحار والمحيطات فى العالم القديم . ونذكر منها على سبيل المثال معاهد جوتنبرج فى السويد ، وبرجن فى النرويج ونابولى فى إيطاليا ، وموناكو فى إمارة موناكو ، وطوكيو فى اليابان ، ومعهد علوم البحار والمصايد فى الاسكندرية بجمهورية مصر العربية . هذا إلى جانب إنشاء متاحف الأحياء البحرية التى تحتوى على كائنات بحرية نادرة ومتنوعة من بحار العالم المختلفة ومن أشهر هذه المتاحف ، المتحف البحرى بموناكو ، والمتحف البحرى بنابولى ، ومتحف الأحياء البحرية فى الغردقة بجمهورية مصر العربية . وقد زودت معظم هذه المعاهد الأقيانوغرافية بأحدث الأجهزة والأدوات ، والسفن العلمية اللازمة لإجراء الأبحاث الخاصة بمياه البحار والمحيطات .

وفى عصرنا الحديث أنشأت معظم جامعات العالم ، أقساماً علمية خاصة لدراسة علوم البحار والمحيطات . وقد عنيت الكليات العلمية بالتخصص فى دراسة بعض أفرع علوم البحار والمحيطات ، أى يتخصص فيها كل مجموعة من الدارسين بدراسة فرع معين من أفرع علوم البحار والمحيطات المختلفة ، مثل بيولوجية البحار ، جيولوجية قاع البحر ، الخصائص الطبيعية أو الكيميائية لمياه البحر أو الدراسات الجيوفيزيقية .

ولما كانت الدراسات الجغرافية هى محصلة نتائج العلوم المختلفة ، أصبح

على دارس جغرافية البحار والمحيطات أن يلم إلماماً عاماً بأفرع علوم البحار والمحيطات ، ثم يلزمه بعد ذلك إيضاح العلاقة بين نتائج هذه الدراسات الطبيعية ، والكيميائية ، والبيولوجية ، وطبيعة الإستغلال الأقتصادى والأهمية الأستراتيجية الحالية للمسطحات المائية . بل اصبح على الجغرافى حسب التنبؤ بالمسطحات البحرية الواجب استغلالها قبل غيرها من المسطحات البحرية الأخرى نبعاً لما تدل عليه خصائصها الجغرافية العامة . وعلى ذلك فإن الجغرافى هو المنظم أو المخطط العام لكيفية إستغلال مياه البحار والمحيطات إقتصادياً . فقد يؤكد الباحث البيولوجى وفرة العائلات السمكية بمياه بحرية معينة (كما أشار عبد الرحمن الحولى فى كتابه مصايد البحر الأحمر القاهره ١٩٦٥ ، عن عظم خصوبة مياه البحر الأحمر القريبة من الساحل الجنوبى الشرقى لمصر) ولكن يوضح الجغرافيون أنه عند إستغلال مثل هذه المسطحات المائية الواقعة بعيداً عن مراكز الأستهلاك ، لابد أولا من التغلب على بعض المشاكل الجغرافية الأخرى وذلك مثل مد الطرق البرية ، وتوفير المواد الغذائية والمياه للسكان فى هذه المناطق النائية .

ومنذ أكثر من قرن مضى تنبأت الدراسات الجغرافية بوجود مصايد عظمى للأسماك أمام ساحل بيرو ، ولكن لم تستغل مياه هذا الساحل استغلالا إقتصاديا مجزياً ، إلا منذ نحو عشرة أعوام وأصبحت اليوم من أعظم مصايد الإسماك البحرية فى العالم .

وقد أهتمت جامعاتنا ومعاهدنا العلمية المصرية حديثاً ، كبقية الجامعات الكبرى فى العالم ، بتدريس جغرافية البحار والمحيطات لدارسى الجغرافيا حتى يدرك الطالب الأهمية الإقتصادية للمسطحات المائية التى تكتنف بلاده . والأمل كبير فى توثيق نتائج الأبحاث العملية لعلوم البحار والمحيطات بالتنبؤات والاحتمالات التى تشير إليها جغرافية البحار والمحيطات حتى يمكن وضع الخطط العلمية المنظمة لإستغلال الثروة المائية ومحيطات وطننا العربى الكبير أحسن إستغلال .

وحيث لا تزال المكتبة الجغرافية العربية تعانى نقصاً واضحاً فى مجال هذه الدراسات الحديثة ولم يصدر من الكتب العربية العامة فى هذا الموضوع سوى بضعة كتب لايزيد عددها عن عدد أصابع اليد الواحدة، وجدت من واجبى أن أقوم بإعداد هذا الكتاب ، لعله يسد جزءاً من الفراغ الذى تعانيه مكتبتنا العربية .

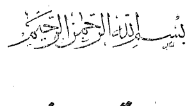
وقد عرضت أبواب هذا الكتاب وموضوعاته فى ثوب جديد عما عرفته الكتب العربية من قبل فى هذا المجال. وتختلف طريقة تبويب هذا الكتاب كذلك عما جاء فى كثير من الكتب الأجنبية التى تناقش موضوعات هذا العلم . وقد زود الكتاب بعدد كبير من الرسوم والخرائط التى تعين القارئ على فهم ما جاء فيه . وبلغ عدد الخرائط مائة وخمس عشرة خريطة ، بينما إحتوى الكتاب على سبع وعشرين لوحة تصويرية .

ولا يفوتنى فى النهاية شكر جميع زملائى الأساتذة الذين دأبوا على تشجيعى معنوياً لاخراج هذا الكتاب ، راجياً أن أكون قد وفقت فى تحقيق مايبتغون وأن أكون دائماً عند حسن ظنهم. وإنى أرحب بكل ما يقدمه المختصون والقراء من نقد وأفكار ، آملا أن تزدهر معلوماتنا الجغرافية عن البحار والمحيطات ، وأن تنتشر هذه الثقافة فى انحاء ربوع العالم العربى .

والله وحده ولى التوفيق .

المؤلف

بيروت فى ١٠ - ٥ - ١٩٦٧



مقدمة

يناقش هذا الكتاب الملامح العامه للبحار والمحيطات والخصائص الطبيعية والبيولوجية للمسطحات المائية والإشارة إلى أهميتها الإقتصادية والتى تهم باحث الجغرافيا والقارئ لها معاً . وقد حاول الكاتب تفادى ذكر المعادلات والقوانين الخاصة بالمنهج الرياضى للأفرع المختلفة من هذه الدراسة ، إلا فى حالات خاصة حتى يسهل على القارئ العام والجغرافى وغيرهما أن يتابعوا الإطلاع على موضوعات هذا الكتاب فى سهولة ويسر .

وينقسم الكتاب إلى ثمانية أبواب ، تضم عشرين موضوعاً . ويختص الباب الأول بتعريف علم جغرافية البحار والمحيطات وصلة هذا العلم بأفرع العلوم الأخرى . ثم دراسة تاريخية لإيضاح المراحل المتعاقبة التى اكتشف خلالها أبعاد البحار والمحيطات وأثر ذلك فى نشأة الفكر الأقيانوغرافى وتطوره . وعالج هذا الباب كذلك الوسائل المختلفة التى يمكن بواسطتها أن نجمع معلوماتنا عن ماهية البحار والمحيطات ، وخصائصها الطبيعية ، والبيولوجية المختلفة .

ويناقش الباب الثانى ميلاد الكرة الأرضية وكيفية تكوين قشرتها الخارجية وفيه عرض للنظريات العلمية المختلفة التى رجحت لتفسير تكوين الأحواض المحيطية العظمى ونشأة مياه البحار والمحيطات وتجمعها فى هذه الأحواض . هذا إلى جانب دراسة وافية لموضوع تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة ، وطبيعة التغير فى المستوى الحالى لسطح البحر .

ويظهر فى البابين الثالث والرابع دراسة للخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، مع إبراز الحقائق التى يلزم الجغرافى أن يكون على دراية تامة بها لما لهامن إثر واضح فى تشكيل بعض العوامل الجغرافية الأخرى (عناصر المناخ والتى تشمل الحرارة والضغط والرياح والأمطار ...) هذا بالإضافة إلى دراسة الكتل المائية بالبحار والمحيطات ومدى أثرها فى تعديل الخصائص العامة لمياه البحار والمحيطات .

ولما كانت مياه البحر فى حالة عدم إستقرار دائم ، فقد عالج الباب الرابع موضوع حركة المياه ومظاهرها العامة . وفيه دراسة تفصيلية لعملية المد والجزر وحدوثها فى مياه البحار والمحيطات والخلجان والأنهار ودراسة الأمواج والتيارات البحرية بالمسطحات المائية المختلفة .

وحيث إن قاع البحار والمحيطات هو عبارة عن أرضية لخزانات عظمى تتجمع فوقها المقذوفات الإرسابية النهرية ، والرواسب الجليدية ، والأتربة والرمال التى تذروها الرياح ، والمصهورات البركانية المنبثقة من باطن كوكب الأرض ، كما أن هذا القاع كذلك عبارة عن مستودع للمواد المختلفة من الإشعاعات الذرية ، ولما تقذفة مصارف المصانع والمجارى من مياه ملوثة ومواد غريبة ، فقد ناقش البابان الخامس والسادس مورفولوجية قاع البحار والمحيطات ، وتمييز الظواهر التضاريسية الكبرى التى تشكل الأعماق البعيدة والأعماق الضحلة . كما عالج هذان البابان إختلاف أشكال السواحل البحرية من ساحل إلى آخر ، وكيفية تصنيف هذه السواحل جيومورفولوجيا إلى مجموعات مختلفة . هذا إلى جانب دراسة الرواسب المتنوعة التى تتراكم فوق قاع البحار والمحيطات على أعماق متباينة .

ويشتمل الباب السابع على دراسة بيولوجية إقتصادية لمياه البحار والمحيطات . فيظهر على هذه الصفحات دراسة للكائنات الحية بالبحار والمحيطات ودورة نمو هذه الكائنات والعوامل الطبيعية التى تؤثر فى هذه الدورة ، ثم تقسيم الكائنات الحية بالبحار إلى مجموعات مختلفة (الفيتو بلانكتون والزوبلانكتون — أسماك

البنثوس ــ أسماك الدمرسال ــ أسماك البالجيك ــ الثدييات البحرية) تبعاً للبيئة التى تعيش فيها . ثم يعرض هذا الباب دراسة إقتصادية للإنتاج العالمى من الأسماك ، ولتطور هذا الإنتاج من عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٧٣ ، ودراسة وافية لإمكانيات الثروة السمكية فى جمهورية مصر العربية .

ولا يخفى على القارئ أن المحيط الهادى يعد أعظم المحيطات مساحة على سطح الكرة الأرضية ، لذا فقد اختص الباب الثامن بعرض دراسة إقيانوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى . فعنى هذا الباب بإبراز الخصائص الطبيعية والكيمائية لمياهه ، والجيولوجية والجيومورفولوجية لقاعة . كما اهتم كذلك بعرض أهميته الإقتصادية الحديثة ومراحل التنافس الاستعمارى الحديث بين الدول الكبرى للإستيلاء على جزر هذا المحيط ذات الأهمية الإستراتيجية العظمى .

وفى ختام هـذا الكتاب وجـد الكاتب أنه من الضرورى ايضاح أهمية علوم البحار والمحيطات فى حياتنا العملية . فإلى جانب أثر المسطحات المائية فى تشكيل عناصر المناخ الى تميز الظروف المناخية للأقاليم المختلفة من اليابس، أصبحت هذه المسطحات المائية مورداً لا غنى عنه لما تحتوية من ثروة غذائية ومعدنية . وفى الأقاليم الساحلية التى يقل فيها الموارد المائية مثل دولة الكويت ، وجهت العناية لإعذاب مياه البحر بطرق إقتصادية. كما يجرى فى الوقت الحاضر الكشف عن الخزانات البترولية فى الطبقات الصخرية القارية للرفارف القارية (هوامش القارات الواقعة تحت مياه البحر) حيث أثبتت بعض هذه الطبقات غناها بالبترول كما هو الحال بالنسبة لسواحل الخليج العربى وساحل فنزويلا بأمريكا الجنوبية وأجزاء من ساحل تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية .

ولاتخفى علينا كذلك ، أهمية المسطحات المحيطية فى النقل البحرى العالمى إلى جانب عظم أهميتها الإستراتيجية . ولذا ألقى هذا الفصل بعض الضوء على أهمية المسطحات البحرية فى حياتنا العملية ، حيث إنه لو أحسن إستغلال هذه المسطحات لأمكن الإنسان أن يتغلب على مشكلة الجوع التى تعانى

منها بعض النفوس البشرية اليوم . كما قد تساهم هذه الثروات والموارد الإقتصادية البحرية الجديدة فى احياء روح الأمل والإيمان بالمستقبل المشرق للبلدان غير المتقدمة ، وتطور الدول النامية وتقدمها إقتصادياً ورقيها إجتماعياً :

المؤلف

د. حسن أبو العينين

الباب الأول

الفصل الاول :

تعريف علم البحار والمحيطات ، وصلته بالعلوم الأخرى .

الفصل الثانى:

مراحل إكتشاف أبعاد البحار والمحيطات وأثر ذلك فى نشأة الفكر الأقيانوغرافى وتطوره.

الفصل الأول

تعريف علم البحار والمحيطات وصلته بالعلوم الأخرى

يتألف إصطلاح « علم البحار والمحيطات — الأقيانوغرافيا » من مقطعين مشتقين من اللغة اليونانية هما Oceanography ، حيث ترمز كلمة Ocean إلى البحر الذي يحيط بالأرض أى « البحر المحيط » ويطلق عليه باليونانية Okeanos — Wkeavos » ، أما كلمة Graphy فمعناها « وصف أو الشكل العام » (١) على ذلك فإن كلمة أقيانوغرافيا يقصد بها الوصف العام للبحار والمحيطات . وقد يعبر عنها كذلك بجغرافية البحار والمحيطات (٢) . ويعد جون مارى J. Marry أول من استخدم تعبير « أقيانوغرافيا » استخداماً علمياً عند دراسته للخصائص الجغرافية العامة للبحار والمحيطات عام ١٨٨٠ .

وقد كان الإغريق يطلقون على البحر الأبيض المتوسط اسم « ثالاسا Thalasa » حيث لم تكن أبعاد المحيطات الكبرى (الهادى والأطلسى والهندى) معروفة لديهم . وحاول بعض الكتاب فى الولايات المتحدة الأمريكية إدخال إصطلاح « جغرافية البحر المحيط — Thalassography » . ولكن هذا الإصطلاح لم يقبله معظم الباحثين ذلك لأن البحر المحيط ، فى العصر اليونانى يختلف عن مدلول البحر المحيط فى الوقت الحاضر .

---

1 - Stamp, D. L., "A glossary of geographical terms," London (1962)

٢ — شريف محمد شريف « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤.

واوضح بعض الكتاب الإختلاف بين ماهية دراسة جغرافية البحار والمحيطات ceanography ، ودراسة علوم البحار والمحيطات الأكثر تخصصاً Oceanology (١) . فحيث تختص جغرافية البحار والمحيطات بالدراسة العامة الشاملة لمياه البحر ، وكائناته ، واهميته الإقتصادية ، تهتم علوم البحار والمحيطات بالدراسة التفصيلية لكل فرع من الأفرع المختلفة لهذا العلم ، وذلك مثل جيولوجية البحار Marine geology ، وكيميائية مياه البحر Chemistry of sea-water والخصائص الطبيعية لمياه البحر ، وبيولوجيا مياه البحار Marine biology .

و لا يدخل علم البحار والمحيطات — الأقيانوغرافيا — تحت لواء الجغرافيا الطبيعية فقط ، بل يمت بصلة كبيرة كذلك للجغرافيا الإقتصادية . فإلى جانب دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار ومورفولوجية قاع البحر ، والرواسب المختلفة التى تتجمع فوق هذا القاع ، تختص علوم البحار والمحيطات بدراسة الكائنات الحية بمياه البحار والمحيطات وتوزيعها الجغرافى والعوامل المختلفة التى تؤثر فى هذا التوزيع ، بالإضافة إلى دراسة الإمكانيات الإقتصادية الإستراتيجية لمياه البحار والمحيطات .

وتقسم علوم البحار والمحيطات إلى ثلاث مجموعات كبرى هى : —

١) الاقيانوغرافيا الطبيعية: Physical oceanography

ويقصد بها دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار ، أى دراسة حرارة المياه السطحية ، وحرارة المياه السفلية ، وتنوع درجة حرارة المياه على طول القطاعات الرأسية والأفقية بالمياه . ويضم هذا الفرع كذلك دراسة حركة المد والجزر ، والأمواج ، والتيارات البحرية ، هذا إلى جانب دراسة الأشكال

---

١ — إصطلاح Oceanology يتركب من Ocean أى البحر المحيط وogs معناها علم أو دراسة .

التضاريسية العامة لقاع البحار (١) . ويساهم فى بناء معلومات الأقيانوغرافيا الطبيعية أفرع مختلفة من العلوم أهمها الجيولوجيا البحرية Marine geology وعلم الرواسب البحرية Marine sedimentology والجيومورفولوجيا Geomorphology وخاصة جيومورفولوجية السواحل ، والطبيعة Physics ، والطبيعة الأرضية- الجيوفيزيقا Geophysics ، والرياضيات Mathematics وعلم القوى-الديناميكا Dynamics ، وعلم المتيورولوجيا الديناميكية Dynamic meteorology .

(٢) الأقيانوغرافيا الكيميائية : Chemical oceanography

وتختص بدراسة الخصائص الكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، وذلك بتحديد نسبة الملوحة ودرجة الكثافة للكتل المائية المختلفة على طول قطاعات معينة . ويساهم علم الكيمياء Chemistry فى تطور هذا الجانب من الدراسة وتقدمة . وقد نجح الكيميائيون فى تعيين نسبة ملوحة مياه البحار والمحيطات ، ومعرفة التركيب الكيميائى لمياه البحار منذ عام ١٨٨٠ (٢) . كما استطاع نلدسون Knudsen عام ١٩٠٠ ، إيجاد العلاقة المترابطة بين كل من درجة حرارة مياه البحار ونسبة ملوحتها ودرجة كثافتها . وإنشاء الجداول الرياضية اللوغاريتمية التى عرفت باسمه (٣) .

(٣) الأقيانوغرافيا البيولوجية : Biological oceanography

وتعتنى بدراسة الكائنات الحية التى تعيش فى المياه، وذلك مثل انتشار المواد الغذائية بالمياه ، وتصنيف مجموعات الأسماك ، والقشريات ، والثدييات وخصائصها الفسيولوجية العامة تبعاً للبيئة الطبيعية التى تعيش فيها تلك الكائنات

---

1 - Von Arx, W. S., " Introduction to physical Oceanography ", Massachusetts, (1962) pl.
2 - Sverdrup, H. U. et al, " The oceans.. " Englewood Cliffs-11th edit. (1962), p. 5.
3 - Knudsen, M. et al, " Hydrographical Tables..., " Copenhagen, 2ed. edit, (1901) .

وتختص هذه الدراسة كذلك بتمييز المسطحات المائية الخصبة عن تلك المجدبة بالبحار والمحيطات لما قد يكون لها من أهمية . إقتصادية ويعد إدوار فوربس E. Forbes ، أول من اهتم بدراسة الكائنات البحرية المختلفة فى بيئاتها الطبيعية البحرية المتنوعة وذلك منذ عام ١٨٣٩ .

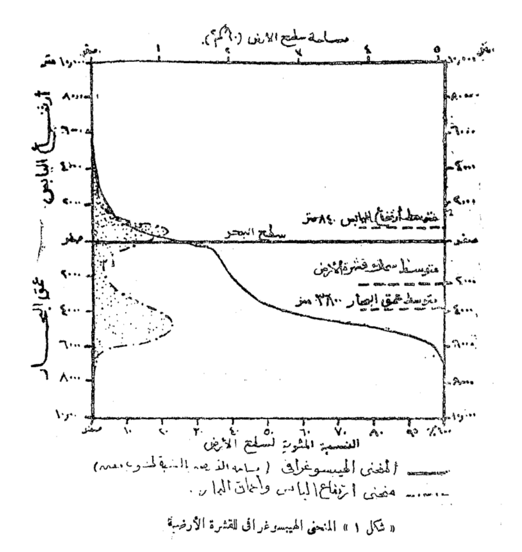
وقد تضاف إلى هذه الأفرع الثلاثة قائمة أخرى من العلوم التطبيقية الحديثة والتى عنيت بدورها بدراسة كيفية إستغلال البحار والمحيطات إقتصادياً لصالح الجنس البشرى . ونذكر من هذه العلوم تلك الدراسات التى تدخل تحت نطاق الهندسة التطبيقية والتى تعتنى بتنفيذ المشروعات الخاصة بتوليد الكهرباء من مياه البحار واستخراج الأملاح وإعذاب مياه البحار .

ولكن يجب أن نضع فى الأعتبار أنه ليس من الحكمة أن نفصل بين كل مجموعة من هذه العلوم الأقيانوغرافية عن غيرها من العلوم الأخرى ، ذلك لأن نتائج فرع ما منها قد تفيد المجال الدراسى فى فرع آخر.فدراسة المسطحات المائية الرئيسية لصيد الأسماك بالبحار يلزم أن ترتبط بالدراسات البيولوجية التى تشير إلى الخصائص البيولوجية للمياه (مدى وفرة المواد الغذائية Nutrient material والفيتوبلانكتون) ، وتنوع الكائنات البحرية وعلاقتها بالخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه . ويتوقف نجاح المشروعات الهندسية الصناعية التطبيقية ، ومدى إستغلال البحار والمحيطات إستغلالا إقتصاديا مجزياً ، على ما تقدمة الدراسات الطبيعية والبيولوجية والكيميائية لمياه البحار من نتائج وحقائق لابد من وضعها فى الإعتبار عند تنفيذ المشروعات المختلفة . وقد أكدت هذه الحقيقة فى أول تقرير للمجمع العلمى العالمى لعلوم البحار والمحيطات الذى انعقد عام ١٩٠٢

International Council For The Study Of The Sea

وعند الحديث عن التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية بالنسبة لكوكب الأرض وقشرته الخارجية يجب أن نميز بين نقطتين مختلفتين هما : —

ا - من حيث الامتداد الراسى للمسطحات المائية : اى العلاقة بين سمك الغلاف المائى بالنسبة إلى سمك صخور كوكب الأرض . وفى هذه الحالة نلاحظ أن المسطحات المائية عبارة عن غلاف رقيق السمك يحيط بالكرة الأرضية ويبلغ متوسط سمكة نحو ٢,٤ ميل أى ما يعادل نحو ١ : ١٦٨٠ من متوسط نصف قطر الكرة الأرضية :



« شكل ١ » المنحنى الهيبسوغرافى للقشرة الأرضية

ب - من حيث الامتداد الافقى للمسطحات المائية : أى العلاقة بين التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية بالنسبة لتوزيع اليابس على سطح الأرض : وهنا

يلاحظ أن جملة مساحة المسطحات المائية تبلغ نحو ٣٦١,٢٥٤,٠٠٠كم٢ أى نحو ٧٠,٨ فى المائة من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . بينما تبلغ جملة مساحة اليابس نحو ١٤٨,٨٤٧,٠٠٠كم٢ أى ٢٩,٢٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية ويمثل المحيط الهادى وحده نحو ⅓ مساحة سطح الكرة الأرضية ، بينما تبلغ مساحة المحيط الأطلسى والهندى نحو ⅕ ، ⅐ مساحة سطح الكرة الأرضية على التوالى .

وقد تبين أن أعماق المحيطات أعظم ضخامة بكثير من إرتفاع اليابس . فبينما يبلغ متوسط إرتفاع اليابس نحو ٨٤٠ متر ، يبلغ متوسط عمق المحيطات ٣٨٠٠ متر . ولو فرض أن تلاشت تضاريس قشرة الأرض واتخذت شكل السهل المستوى تماما ، لأصبح فى إمكان المسطحات المائية الحالية أن تغطى سطح الكرة الأرضية ببحر عظيم يبلغ متوسط عمقه نحو ٨٨٠٠ قدم . (شكل ١)

ومن دراسة المناسيب المختلفة لأجزاء اليابس ، يتبين أن أراضى اليابس الواقعة بين منسوب ٦٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تبلغ مساحتها نحو ٢٦ مليون ميل مربع وتبلغ نسبتها نحو ١٣٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . أما تلك المناطق التى يزيد إرتفاعها عن ١٢٠٠٠ قدم ، فهذه تقل نسبة مساحتها عن ١٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية كما يتضح من الجدول الاتى :

المنسوب بالأقدام	مساحة اليابس عند هذا المنسوب (ملايين الأميال المربعة)	نسبة هذه المساحة إلى جملة مساحة سطح كوكب الأرض
أكثر من ١٢٠٠٠	٢	١٪
من ٦٠٠٠ — ١٢٠٠٠	٤	٢
من ٣٠٠٠ — ٦٠٠٠	١٠	٥
من ٦٠٠ — ٣٠٠٠	٦٢	١٣
من صفر — ٦٠٠	١٥	٨
المجموع	٥٧	٢٩٪

أما بالنسبة للمسطحات المائية فيلاحظ أن الأعماق التى تقع فيما بين خط الساحل وعمق ٦٠٠ قدم لا تمثل أكثر من ٥٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . أما تلك الأعماق التى تقع فيما بين عمق ١٢٠٠٠ — ١٨٠٠٠ قدم فهذه تمثل نحو ٤١٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . ويوضح الجدول الاتى مساحة أرضية البحار والمحيطات عند الأعماق المختلفة ، ونسبة هذه المساحة إلى المساحة الكلية لسطح كوكب الأرض :

العمق بالأقدام	مساحة أرضية البحار عند العمق (بملايين الأميال المربعة)	نسبة هذه المساحة إلى جملة مساحة سطح كوكب الارض
صفر — ٦٠٠	١٠	٥٪
٦٠٠ — ٣٠٠٠	٧	٣
٣٠٠٠ — ٦٠٠٠	٥	٢
٦٠٠٠ — ١٢٠٠٠	٧٢	١٥
١٢٠٠٠ — ١٨٠٠٠	٨١	٤١
أكثر من ١٨٠٠٠	١٠	٥
الجملة	١٤٠	٧١٪

ويلاحظ الباحث كذلك إختلافات جوهرية للتوزيع الجغرافى بين اليابس والمسطحات المائية فى النصفين الشمالى والجنوبى للكرة الأرضية . فبالنسبة للنصف الشمالى من الكرة الأرضية يلاحظ أن نسبة مساحة المسطحات المائية تبلغ نحو ٦٠,٧٪ من جملة مساحة النصف الشمالى من الكرة الأرضية : ويعظم إتساع المسطحات المائية فى العروض القطبية حيث تغطى البحار كل أجزاء سطح كوكب الأرض الواقعة فيما بين دائرة عرض ٨٥°—٩٥° شمالا : وتبلغ نسبة مساحة المسطحات المائية الواقعة فيما بين دائرة عرض ٨٠°—٨٥° شمالا نحو ٨٥,٢٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض فى هذه العروض : بينما يعظم إتساع اليابس فى نصف الكرة الشمالى خاصة فيما بين دائرتى عرض ٤٥°—٧٠° شمالاً . ويلاحظ أن نسبة مساحة اليابس فيما بين دائرتى عرض

٦٥°ـــ٧٠° شمالا تبلغ نحو ٧١,٣٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض فى هذه العروض .

أما بالنسبة للنصف الجنوبى من الكرة الأرضية ، فيلاحظ أن جملة مساحة المسطحات المائية أعظم من جملة مساحة اليابس . وتبلغ نسبة المسطحات المائية هنا نحو ٨٠,٩٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض فى نصف الكرة الجنوبى ويتبين أن مساحة المسطحات المائية تكاد تفوق تلك الخاصة باليابس عند جميع العروض المختلفة اللهم إلا فيما بين دائرتى عرض ٧٠°ـــ٩٠° جنوباً تبعاً لامتداد القارة القطبية الجنوبية . ويوضح الجدول الاتى التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية والأرض اليابسة فى النصفين الجنوبى والشمالى للكرة الأرضية ، والعلاقة بين نسبة مساحة اليابس والماء إلى جملة مساحة سطح كوكب الأرض عند العروض المختلفة (١) :

دائرة عرض	النصف الشمالى من الكرة الأرضية		النصف الجنوبى من الكرة الأرضية	
	نسبة مساحة المسطحات المائية ٪	نسبة مساحة اليابس ٪	نسبة مساحة المسطحات المائية ٪	نسبة مساحة اليابس ٪
٨٥ — ٩٠°	١٠٠	—	—	١٠٠
٨٠ — ٨٥	٨٥,٢	١٢,٨	—	١٠٠
٧٥ — ٨٠	٧٧,١	٢٢,٩	١٠,٧	٨٩,٣
٧٠ — ٧٥	٦٥,٥	٣٤,٥	٣٨,٦	٦١,٤
٦٥ — ٧٠	٢٨,٧	٧١,٣	٧٩,٥	٢٠,٥
٦٠ — ٦٥	٣١,٢	٦٩,٨	٩٩,٧	٠,٣
٥٥ — ٦٠	٤٥,٠	٥٥,٠	٩٩,٩	٠,١
٥٠ — ٥٥	٤٠,٧	٥٩,٣	٩٨,٥	١,٥

1 - Kossinna, Erwin, " Die Tiefen des Weltmeeres " BerlinUniv. Institut F. Meeres Kunde, Ve.o f N. F., A Geogr - naturwiss Reihe, Heft 9, (1921). P. 70.

٤٥ — ٥٠	٤٣,٨	٥٦,٢	٩٧,٥	٢,٥
٤٠ — ٤٥	٥١,٢	٤٨,٨	٩٦,٤	٣,٦
٣٥ — ٤٠	٥٦,٨	٤٣,٢	٩٣,٤	٦,٦
٣٠ — ٣٥	٥٧,٧	٤٢,٣	٨٤,٢	١٥,٨
٢٥ — ٣٠	٥٩,٦	٤٠,٤	٧٨,٤	٢١,٦
٢٠ — ٢٥	٦٥,٢	٣٤,٨	٧٥,٤	٢٤,٦
١٥ — ٢٠	٧٠,٨	٢٩,٢	٧٦,٤	٢٣,٦
١٠ — ١٥	٧٦,٥	٢٣,٥	٧٩,٦	٢٠,٤
٥ — ١٠	٧٥,٧	٢٤,٣	٧٦,٩	٢٣,١
صفر — ٥	٧٨,٦	٢١,٤	٧٥,٩	٢٤,١
المجموع	٦٠,٧	٣٩,٣	٨٠,٩	١٩,١

ومن هنا تظهر أهمية البحار والمحيطات بالنسبة للإنسان الذى سكن سطح كوكب الأرض ، واصبح من الضرورى على الإنسان فى الوقت الحاضر أن يعمل على إستغلال هذه المسطحات المائية العظيمة الأبعاد أحسن إستغلال . من أجل ذلك كان لابد أولا من القيام بإجراء الأبحاث الأقيانوغرافية حتى يمكن أن يعرف الإنسان كل ما يتعلق بالخصائص العامة للبحار والمحيطات .

وتبشر المعلومات التى نجح الباحثون فى جنيها حتى الوقت الحاضر بالتفاؤل فبعد مضى قرن من الزمان فقط على بداية الأبحاث الأقيانوغرافية العلمية ، اصبح فى الإمكان إنشاء خرائط تفصيلية للبحار والمحيطات توضح نقاط مختلفة منها :

أ — التوزيع الجغرافى للتيارات البحرية السطحية ، ومعظم التيارات البحرية السفلية .

ب — الخصائص الطبيعية والكيميائية للبحار والمحيطات .
(حرارة المياه وملوحتها وكثافتها والضغط فيها ولونها) .

حـ — التوزيع الجغرافى لكتل المائية البحرية .

د ـ التضاريس العامة لقاع البحار والمحيطات :

هـ ـ أشكال الرفارف القارية وتوزيعها الجغرافى .

و ـ الرواسب المختلفة فوق قاع البحار ، وتصنيفها تبعاً لإختلاف سمكهاو أشكالها ،وتركيبها،ثم توزيع الكائنات البحرية الحية فوق أرضية البحار والمحيطات ، ومسالك هجرات الأسماك ، والكائنات البحرية من مياه الى أخرى خلال فصول السنة المختلفة :

ولكن مازال الكثير عن خصائص البحاروالمحيطات لم يدرس دراسة وافية بعد حتى الان ، بل هناك بعض النقاط التى تعجز الأبحاث الحديثة عن تفسيرها . (على سبيل المثال لا الحصر نذكر مثلا ... نشأة الأخاديد البحرية نشأة السهول المحيطية ـ تكوين الخوانق الطولية العظمى ـ الدواعى الحقيقية الإنتقال الرأسى لبعض الكائنات البحرية وهجرتها الأفقية من مسطح مائى إلى آخر ـ بيولوجية المياه العميقة ....) وقد عملت أكاديمية العلوم الأهلية بالولايات المتحدة الأمريكية على نشر تقارير متعاقبة توضح فيها النقاط التى لم تخصها الأبحاث الأقيانوغرافية بالدراسة الوافية بعد ، حتى يتأهب الباحثون فى تسجيل البيانات وجمع المعلومات التى تغطى نواحى النقص فى هذا المجال .

ومن هنا يظهر إستمرار حرب التحدى بين المحيط وارادة الإنسان العاقل ، صانع الحضارة البشرية.وقد بدأت حرب التحدىالفعلية بين المحيط والإنسان منذ نحو قرن من الزمان . وأخذ الإنسان على عاتقه الكشف عن خبايا المحيط كما وقد بذل وما زال يبذل من الجهد الكثير فى سبيل تسخير هذا المحيط الجبروت تحت إرادته ومشيئته .

الفصل الثانى

مراحل إكتشاف أبعاد البحار والمحيطات
وأثر ذلك فى نشأة الفكر الأقيانوغرافى وتطوره

على الرغم من أن معرفة الإنسان لحرفة القنص والصيد تسبق معرفته لحرفة الزراعة والحرف الأخرى ، إلا أنه كان يخاف دائماً من المخاطرة بالملاحة فى البحار والمحيطات حيث هاله عظمتها . وكثيراً ما أرتد الإنسان عن المخاطرة بالملاحة فى البحار محاولا إستغلال اليابس الذى يعيش فوقه ، وتعود أن يقتات بما يتمثل فوق أجزاء هذا اليابس من غذاء وطعام . وقد ترك الإنسان لنفسه حرية التأمل والتصوير ، وخلق القصص والخرافات التى تدور حول المغامرات البحرية ولكن لم تمنع هذه الخرافات بعض الجماعات البشرية من أن تخاطر بالملاحة فوق أمواج البحر الهائلة منذ بداية الحضارة البشرية . ونذكر من هؤلاء ما يلى : —

١ — الفراعنة

إتضح من دراسة الأدلة الاثارية الفرعونية أن النشاط الاقتصادى لقدماء المصريين لم يقتصر على القيام بحرفة الزراعة فى وادى النيل فقط ، بل مارسوا حرفة صيد الأسماك خاصة خلال الموسم السنوى لفيضان النيل ، وصنعوا السفن ، وركبوا البحر سواء أكان ذلك للقيام بالصيد أو بقصد التجارة مع بلاد أخرى :

وعلى الرغم من إنتشار المستنقعات البحيرية فى شمال الدلتا ، فقد نجح الفراعنة فى الإبحار شمالا فى البحر المتوسط والوصول إلى سواحل فينيقيا للحصول على الاخشاب التى كانت تقطع من غابات جبال فينيقيا القديمة.

واستغل الفراعنة البحر الأحمر بدرجة أعظم من ركوبهم البحر المتوسط : حيث كان البحر الأحمر يمثل الطريق الملاحى التجارى الهام خلال عهد الأسرات الفرعونية المصرية . ومن أهم الرحلات التجارية البحرية الفرعونية هى تلك الرحلة البحرية التى أمرت بقيامها الملكة حتشبسوت (من ملوك الأسرة الثانية عشر) إلى بلادبنت (يرجح إنها الصومال الحالية) ، لإكتشاف مناطق جديدة ، تستبدل معها السلع التجارية المصرية ، ولجلب المواد اللازمة للكهنة والمعابد أثناء القيام بالطقوس والإحتفالات الدينية :

وقد أكدت الوثائق التاريخية القديمة حقيقة الإتصال التجارى بين مصر الفرعونية وبلاد بنت خاصة فى عهد الملك سحورع . وفى عهد هذا الملك أنشأت الموانىء البحرية على ساحل البحر الأحمر فى مصر ومنها ميناء ساوو (قرب سفاجة الحالية) . وكانت السفن التجارية الآتية من بلاد بنت ترسو حمولتها فى ميناء ساوو ، ثم تنقل بالطرق البرية إلى كوبتى أو كبتوس (قفط) فى وادى النيل :

وتحقيقاً لإزدياد الإرتباطات التجارية بين مصر الفرعونية وبنت القديمة ، حفرت أول قناة ملاحية عرفها سجل تاريخ الحضارة البشرية . وكانت هذه القناة تمتد فيما بين الفرع البليوزى القديم وخليج السويس . ولم يعرف بالضبط بداية إنشاء هذه القناة، ولكن يرجح البعض إنها حفرت خلال عهد الملك سيزوستريس (٢٠٠٠ق.م.) أو خلال عهد الملك نخاو(٦٠٠ق.م.) ، أو قد تكون بواسطتهما معاً كل بدوره :

وقد ذكر المؤرخ الإغريقى هيرودت أن فرعون مصر نخاو ، أرسل بعثة تجارية تتألف من تجار مصريين وفينيقيين ، بقصد البحث عن موارد طبيعية جديدة قد تتمثل فى بلاد مجهولة . ويقال أن هذه البعثة التجارية أبحرت جنوباً

فى البحر الأحمر ، ووصلت إلى السواحل الشرقية الإفريقية ثم استمرت فى الإبحار جنوباً ، ودارت السفن حول الرأس الجنوبى لأفريقية ، ثم اتجهت شمالا بمحازاة السواحل الغربية لأفريقية ودخلت البحر المتوسط عن طريق « بوغاز جبل طارق » وعلى ذلك نجحت هذه البعثة فى الوصول إلى سواحل مصر بعد أن دارت دورة كاملة حول قارة أفريقية ، استغرقت حولى ثلاث سنوات . ولما عرضت النتائج المختلفة لهذه البعثة البحرية على كهنة فرعون إبان هذه الفترة ، لم يقبلها الكهنة ، بل لم تقم أى محاولات أخرى لتحقق نتائج هذه البعثة البحرية ، وبذا طواها النسيان .

٣ — الفينيقيون

ساهم الملاحون الفينيقيون فى رسم الصورة الأولى لأبعاد حوض البحر المتوسط تبعاً لملاحاتهم فى أجزاء هذا البحر . وقد كان لهم مراكز ملاحية مستقلة على طول الساحل الفينيقى القديم خاصة فى الفترة من ١١٥٠ إلى ٨٥٣ق.م. ومن هذه المراكزأوجاريتوأرفاد ،وصور ،وصيدا،وجبيل، (بيبلوس) وبيروت (١). وسيطر الفينيقيون على سواحل بحر إيجة وجزيرة صقلية لفترة زمنية طويلة بلغت أكثر من أربعة قرون . ويرجح بعض الكتاب أن الفينيقيين نجحوا فى الوصول إلى الساحل الشرقى للبرازيل قبل أن يكتشفه أمر يجوفاسبوتشى فى القرن الخامس عشر الميلادى . ولم تضمحل حضارة الفينيقيين البحرية إلا بعد ظهور المدن التجارية الكبرى فى أوربا مثل البندقية وجنوة إبان فترة العصور الوسطى .

---

1 - Baramki., D, "Phoenicia and the Phoenicians" Beirut, (1961) 24 - 29

٣ ـ أفكار الأغريق عن البحار والمحيطات

استمدت أفكار الإغريق الخاصة بأبعاد البحار والمحيطات الكثير مما دونته الحضارات البابلية والفرعونية القديمة ، وما تميزت به هذه الحضارات من تقدم فى الفلك والرياضيات . وكان لفتوحات الإسكندر الأكبر (٣٢٩—٣٢٥. ق.م.) أثرا كبيرا فى الكشف عن بلاد وبحار وأنهار جديدة وتحديد مواقعها الجغرافية . وبذلك عرفت الخرائط الإغريقية الخليج العربى ، وبحر قزوين ، والبحر العربى ، وأراضى الهند ، والصين .

وقد ساهم الرحالة والجغرافيون الإغريق فى رسم صورة شبه واضحة عن أبعاد البحار والمحيطات التى كانت معروفة لديهم خلال هذه الفترة من التاريخ . ومن أشهر الخرائط الإغريقية التى تصور بحار العالم وأرضه اليابسة هى التى قـام بهـا انكسمندر Anaximander (٦١١ — ٥٤٧ ق.م.) وهيكاتيوس Hecataeus (٥٠٠ ق. م.) ، وهيرودت (٤٥٠ ق. م.) ، وإيراتوسين (٢٧٦—١٩٦ق. م.) ، وكلاديوس بطليموس Cladius Ptolemy (١٦٨ — ٩٠ ق. م.) (١) :

ولم تقتصر معلومات الإغريق عن البحار والمحيطات على معرفة أبعادها وتوزيعها الجغرافى على سطح الكرة الأرضية ، ولكن ساهم بعض فلاسفتهم كذلك فى تمييز بعض الخصائص الطبيعية والبيولوجية لمياه البحار والمحيطات ومن بين علماء الإغريق الذين كان لهم فضل السبق فى تطور هذا العلم نذكر منهم :

(١) ـ ارسطو :

على الرغم من شهرة ارسطو كفيلسوف قدير ، إلا أنه يعتبر أول من درس الأقيانوغرافيا البيولوجية حيث قام بتسجيل ملاحظات عديدة عن مجموعات

---

1 - a - Crone, G.R., "Maps and their makers", London, 1953.
b - Raisz, E., "Principles of Cartography" N.Y., 1962.

متنوعة من حيوانات البحر وكائناته المختلفة . وقد أهتم ارسطو بوصف التركيب الفسيولوجى لكائنات البحار وتمييز هياكلها وأشكالها العامة والبيئة البحرية الطبيعية التى تعيش فيها . وكثيراً ما كان يخرج فى قوارب صغيرة لدراسة البيئات الطبيعية لهذه الكائنات (خاصة تلك التى تعيش فى المياه الضحلة) ومعرفة الخصائص الطبيعية العامة للمياه . وترجمت كتابات ارسطو الخاصة بدراسة تطور حياة الكائنات البحرية إلى لغات متعددة ، منها الإنجليزية ، والفرنسية ، والألمانية . كما يعتبر ارسطو أول من صنف الكائنات البحرية إلى قسمين كبيرين هما :

ا ـ الفقريات **ب ـ اللافقريات**

وقد ميز ارسطو بين الدرفيل Poises والحيتان Whales وأكد إنها حيوانات بحرية ثديية ، وليست كما كانت تظن من قبل أنواعاً غريبة من الأسماك البحرية أو آتية من مملكة البحار الموجودة فوق قاع البحر . وقد أوفق ارسطو كذلك عند دراسته مدى اختلاف كثافة المياه المالحة عن المياه العذبة حين ذكر « إن الماء المالح أثقل من الماء العذب ، لأن المالح كدر غليظ والعذب صاف رقيق ...... » (١) :

وقد اعتمدت كتابات ارسطو على إتباع المنهج الدراسى الوصفى التجريبى أى مشاهدة الكائنات فى بيئتها المحلية ثم وصفها وتفسير خواصها العامة . وتعد كتاباته القواعد الراسخة التى قامت عليها الأبحاث الأقيانوغرافية البيولوجية الحديثة . وعلى الرغم من أن ارسطو أنشأ مدرسة علمية تتبع اتجاهاته وتنسج على منواله ، إلا أن دراسة بيولوجية البحار لم تتقدم شيئاً يذكر حتى بعد وفاته بنحو ٢٠٠٠ عام .

(ب) بيثياس Pytheas .

فى القرن الرابع قبل الميلاد ، قام الملاح الفلكى بيثياس برحلة بحرية من ميناء

---

١ ـ شمس الدين الأنصارى الدمشقى «نخبة الدهر فى عجائب البحر والبر» المتوفى سنة ٧٢٧ هجرياً ـ طبعة ليبزج ١٩٢٣ ـ ص ١٢٩ .

مرسيليا وخرج إلى البحر المحيط (المحيط الأطلسى) بعد أن عبر المضيق الغربى للبحر المتوسط . وبعدها اتجه بيثياس شمالا آملا أن يحدد مدى إمتداد اليابس شمالا من جهة ، وتحديد خطوط الطول ودوائر العرض على الخرائط من جهة أخرى . وقد نجح هذا البحار من الوصول إلى سواحل كورنول (جنوب غرب انجلترا) واكد وجود القصدير فى صخورها . وأعتنى بيثياس بدراسة حركة المد والجزر العظمى فى خليج برستول ، وفى القنال الإنجليزى واستنتج أن سبب هذا الإختلاف اليومى فى منسوب مياه البحر يعزى إلى أثر فعل القمر . (على الرغم من أنه لم يكن معلوم حتى هذا الوقت العلاقة بين قوى جذب القمر وقوة الطرد المركزية للأرض) .

ويقال أن هذا الملاح أبحر شمالا فى البحر الأيرلندى والمحيط الأطلسى وأطلق على الأراضى الواقعة فى هذا الجزء اسم أرض ثول Thule . ولم يعرف بالضبط ما هو المقصود بهذه الأرض الشمالية ، ذلك لأن كل ما دونه هذا الملاح قد ضاع ولم يعثر عليه . ويرجح بعض الكتاب أن المقصود بذلك هى أراضى اسكتلند ، بينما يرجح البعض الآخر أن هذا الملاح قد نجح فى الوصول إلى جزيرة ايرلند شمالا واسماها باسم أرض ثول .

(ج) ايراتوستين : Ertosthenes (٢٧٦ — ١٩٦ ق.م.) .

اشتغل ايراتوستين فى وظيفة الأمين العام لمكتبة الإسكندرية المشهورة إبان هذه الفترة . وقد اشتهر عنه براعته فى علوم الرياضيات والفلك : وبذل جهده لتحديد طول محيط الكرة الأرضية وتحديد درجات دوائر العرض وأعتمد فى ذلك على دراسته لإختلاف ميل أشعة الشمس عن سمت الراصد فيما بين مدينتى الإسكندرية وأسوان ، إعتباراً منه أن هاتين المدينتين تقعان على خط طول واحد . وبعد تقديره هذه الزاوية وقوسها استنتج فى النهاية أن محيط الكرة الأرضية يبلغ طوله ٢٥٢ ألف أستديا (١)

1 -a-Crone,G.R. "Maps and their makers" London, (1962), p. 22
b- Raizs, E., "Principles of cartography" N.Y, (1962) p.4.
حـ — محمد صبحى عبد الحكيم وماهر الليثى « علم الخرائط » الجزء الأول القاهرة ١٩٦٦ — ص ٨ — ٩ .

(الإستديا وحدة قياس يونانية يبلغ طولها ٦٠٠ قدم أغريقى ، والميل يبلغ حوالى ١٠ استديا) .

وقد اوضح ايراتوستين على خريطة العالم معظم أجزاء أوربا والنصف لشمالى من القارة الإفريقية ، وبعض أجزاء آسيا . وقد رسم هذه الأجزاء من اليابس على شكل قرص مستدير يحيط به البحر المحيط من كل الجهات وقد اخطأ فى تجاهله النصف الجنوبى من أفريقية وكل الأراضى الشرقية والشمالية من آسيا . وأعتبر ايراتوستين كذلك أن بحر قزوين يصب فى المحيط لمتجمد الشمالى .

(د) كلاديوس بطليموس: Cl. dius Ptolemy (١٦٨ — ٩٠ ق.م.)

عاش بطليموس حياته فى مدينة الإسكندرية ، واشتغل فى علوم الفلك والرياضيات والجغرافيا . وسجل بطليموس دراساته الجغرافية والفلكية فى ؟ مجلدات ترجمت إلى معظم اللغات العالمية . وقد استمد كثير من المعلومات لتى دونها من قصص البحارة والمغامرين .

وأنشأ بطليموس خريطة وضع عليها اليابس والمسطحات المائية التى كانت معروفة إبان هذه الفترة ، وضمت خريطته معلومات كثيرة عن حوض البحر المتوسط وأواسط أوربا ، ولكن يلاحظ أن كثافة هذه المعلومات تقل كلما بعدنا عن هذا الحوض . وقد أوضح بطليموس أن بحر قزوين بحراً داخلياً مقفلا ، تصب فيه أنهار عظمى ، كما رمز إلى السلاسل الجبلية (جبال أطلس — الهيملايا — والألب) برموز مجسمة . ولكنه أخطأ حين أعتبر أن المحيط الهندى محيطاً مقفلا وأوصل أراضى وسط أفريقيا بلسان أرضى يتصل بشرق آسيا .

٤ ـ أفكار الرومان عن البحار والمحيطات

كان حوض البحر المتوسط خلال هذه الفترة عبارة عن بحيرة رومانية وحيث كانت رقعة الأمبراطورية تمتد فى شمال أفريقية وغرب آسيا وأواسط أوربا ، فقد استلزم اتصال القيصر بجنوده فى البلاد المختلفة وعلى ذلك مدت كثير من الطرق البرية كما استغلت المسطحات البحرية للربط بين أجزاء الأمبراطورية الرومانية :

ويظهر من الخرائط الرومانية التى ظهرت خلال هذه الفترة من التاريخ أن الرومان لم يهتموا كثيراً بتصوير بحار العالم ورسمها ، وتميزت خرائطهم عن العالم ببساطتها . ومن الخرائط الرومانية تلك المعروفة باسم Orbis Terrarum (١) وفيها يظهر اليابس على شكل قرص مستدير ، يتألف من ثلاثة نطاقات كبرى هى آسيا وأوربا أفريقية تنفصل فيما بينها بواسطة بحار حوضية (البحر المتوسط والبحر الأسود والبحر الأحمر) ويحيطه البحر المحيط .

٥ ـ أفكار أوربا فى العصور الوسطى عن البحار والمحيطات

سادت أوربا خلال العصور الوسطى فترة طويلة من الإضمحلال والركود العلمى تبعاً لسيطرة رجال الكنيسة والكهنة على التفكير العلمى والإنتاج الفنى والأدبى . ولم يعمل راسمو الخرائط على ايضاح أجزاء العالم المعروف فى ذلك الوقت كما هو فعلا ، بل وصفوا شكل العالم فى صورة متأثرة بأفكارهم ومعتقداتهم الدينية . ولم يقتصر إعتقادهم على أن الله خلق العالم فى صورة قرص دائرى فقط ، بل أن توزيع اليابس والماء أتخذ شكل بعض الحروف الهجائية الرومانية وهى حرف T الذى كان يمثل البحر الأسود ، والبحر الأحمر ، والبحر المتوسط ، وحرف O الذى يمثل البحر المحيط ويحصر بينه أراضى

---

1 - Crone G.R , "Maps and their makers", London, (1953), p. 24

اليابس (آسيا وأوربا وأفريقية) . ولذا عرفت خرائطهم عن العالم باسم « خرائط حرف T داخل حرف ● » T - in - O maps

وانتشر إبان هذه الفترة كذلك الخرافات والأساطير حول أهوال البحر بمتلكاته الغريبة . وأكد الكهنة أن البحر المحيط يسكنه الجن والشياطين وتسقط السفن عند اطرافة ، وتخوص فى أعماقه . كما أعتقد كتاب هذه الفترة المظلمة فى أوربا أن الأرض مسطحة الشكل ، وليست كروية كما أوضحت الدراسات الأغريقية من قبل .

ولكن فى نهاية القرن الثالث عشر ، وبداية القرن الرابع عشر ظهر فى أوربا خرائط بحرية جديدة لخدمة الملاحة التجارية البحرية عرفت باسم خرائط (البورتولانو Protolano Charts) . وعنيت هذه الخرائط برسم السواحل وايضاح تعاريجها وبروزها ، وتوقيع مراكز الموانى والمراسى الصالحة لرسو السفن دون الإهتمام بالتفاصيل التى تقع فيما وراء خط الساحل . وقد أوضحت خرائط البورتولانو سواحل حوض البحر المتوسط فى صورة جيدة دقيقة ، بينما لم تظهر سواحل البحر الأحمر وسواحل بحر البلطيق بنفس الدقة التى ظهرت بها سواحل حوض البحر المتوسط . وقام بإنشاء هـذه الخرائط سبعة رسامين من بينهم بيتروس فيسكونت Petrus Vesconte وأنجلينو دى دالورتو A gellino de Dalorto ، وجوهانز دى كاريجنـــــانو Johannes de Grignano ، وكان هؤلاء جميعاً يعملون لخدمة العائلات التجارية الكبرى فى مدن التجارة العظمى بان هذه الفترة خاصة جنوا والبندقية (فينيسيا Venice) (١) .

وقد رسمت خرائط البورتولانو البحرية على قطع من الجلد الرقيق الجيد الذى يحتفظ عادة بكل التفاصيل التى ترسم عليه . وكانت مساحة كل خريطة

---

(1) Crone, G. R. "Maps and their makers", London, (1953) p. 20 - 30

تتراوح بين ٣٦×١٨ بوصة و٥٦×٣٠ بوصة . ورسمت السواحل باللون الأسود ، وكتبت اسماء الثغور والموانى والمراسى بنفس اللون ولكنها وقعت فى وضع عمودى على خط الساحل .

٦ ـ أفكار العرب خلال فترة العصور الوسطى عن البحـــار والمحيطات

على الرغم من أن أوربا خلال فترة العصور الوسطى كانت تحبو فى ظلام الجهل ، ووقعت تحت سيطرة كهنة الكنيسة الدين عملوا على دفع عجلة التقدم الحضارى خطوات بعيدة إلى الوراء ، إلا أن البلاد العربية إبان هذه الفترة كانت قد بلغت شأناً كبيراً من حيث التقدم فى العلوم المختلفة ونخص بالذكر هنا الرياضة والفلك والجغرافيا .

ومما ساعد على تقدم هذه العلوم عند العرب خلال هذه الفترة عظم امتداد الأمبراطورية الأسلامية فى العالم ، حيث كانت تحتل الأراضى الواقعة بين بلاد فارس والخليج العربى شرقاً والمحيط الأطلسى غرباً . وكان لا بد من ربط أجزاء هذه الأمبراطورية المترامية الأطراف وعلى ذلك انشأت الطرق البرية كما استخدمت المراكب الشراعية لخدمة النقل والتجارة . واصبح العرب على درجة كبيرة من المهارة فى ركوب البحار ، ودراسة الإنواء والعواصف والرياح فى بحار العالم المختلفة . وقد تقدمت الدراسات الجغرافية والأجتماعية عن العالم ، نتيجة لحياة الترحال والتجوال التى إعتاد العرب عليها ، وتشجيع الخلفاء المسلمين لتقدم هذه العلوم ، ومعرفة المزيد من الأخبار عن الأمم والأمصار .

ولم يقتصر تقدم العلوم عند العرب على إزدهار الدراسات النظرية الخاصة بعلوم الرياضيات والفلك ، بل خطت الدراسات العلمية والتطبيقية خطوات سريعة إلى الأمام . فقد برع العرب فى علم الكيمياء والمعادن والطب ، كما أدخلوا تحسينات مجدية على بعض أدوات الرصد مثل الأسطرلاب

والمزولة الشمسية ، والبوصلة البحرية ، كان لها الفضل الكبير فى تقدم العلوم الفلكية وتيسير حركة الملاحة فى البحار والمحيطات (١) .

وقد وجه العرب عنايتهم لمعرفة أبعاد المسطحات المائية فوق سطح القشرة الارضية والتوزيع الجغرافى لهذه المسطحات المائية لخدمة الملاحة البحرية . ويلخص المقدسى فى كتابه عام ١٢٨٩ « أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم » معلومات العرب عن أبعاد البحار والمحيطات وتوزيعها الجغرافى إبان هذه الفترة بقوله : « إعلم إنا لم نر فى الإسلام إلا بحرين حسب أحدهما يخرج من نحو مشارق الشتاء بين بلد الصين وبلد السودان ، فإذا بلغ مملكة الإسلام دار على جزيرة العرب .... والبحر الآخر خروجه من أقصى المغرب بين السويس الأقصى والأندلس، يخرج من المحيط عريضاً ثم ينخرط ، ثم يعود فيعظم إلى تخوم الشام .... » .

كما إدرك العرب أهمية اختلاف مناسيب أجزاء سطح الأرض ، وعظم عمق البحار والمحيطات . بل ادركوا أهمية هذا التضرس فى حفظ الأنسجام بين أبعاد كل من المسطحات المائية واليابس وتوزيعهما الجغرافى . ويذكر ياقوت الحموى فى كتابه « معجم البلدان » ، بشأن هذا الموضوع بقوله ؛ « لولا هذا التضريس لأحاط بها « الأرض » الماء من جميع الجوانب وغمرها حتى لم يكن يظهر منها شئ » .

وعلى الرغم من أن خلفاء المسلمين الأولين أمثال عمر بن الخطاب لم يشجعوا قوادهم على ركوب البحر وكان الخليفة عمر بن الخطاب يكرر لقواده دائماً قوله ، « إنى لا أحب أن تنزل بالمسلمين منزلا يحول الماء بينى وبينهم فى شتاء ولا صيف ، فلا تجعلوا بينى وبينكم ماء ، حتى أردت أن أركب إليكم راحلتى حتى أقدم إليكم قدمت » . إلا أن هذه النظرة تغيرت منذ عهد عثمان بن عفان ، وسمح هذا الخليفة لمعاوية بركوب البحر ، وفتح جزيرة قبرص بعد أن أقلع أسطول العرب من مرسى عكا (٢) .

١ ــ كارل نلينو ، « علم الفلك ، تاريخه عند العرب فى القرون الوسطى » ، طبعة مدينة روما سنة ١٩١١ .

٢ ــ محمد ياسين الحموى « تاريخ الاسطول العربى » دمشق ، سنة ١٩٤٥ ــ ص ١٣٠ .

وقد أدرك العرب كذلك أهمية البحار والمحيطات فى الحياة العملية ويظهر حقيقة ذلك من قول شمس الدين الأنصاري الدمشقي (المتوفى سنة ٧٢٧ هجرية) فى كتابة « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » .

« إنه أجاج لمصالح العالم ، جعله الله مفيضاً للانهار ، ومعبراً للسيول والأمطار ومركباً لرفاق البحار ، ومضرباً لمصالح الأمصار ، ومنححا للاقطار ، يخرج عنه الدر والمرجان ، وينبع من الملح الأجاج عذباً فراتاً ، ويغدو للآكلين لحماً طرياً ، ويحمل للآبسين جواهر وحلياً .... » .

ويشير معظم كتاب أوربا إلى أن الحضارة العربية الإسلامية كانت حضارة رعوية محضة ، وتجاهلوا أثر الفكر العربى فى تطور دراسات علوم البحار والمحيطات . ويجد القارىء فى سجلات الكتب التاريخية القديمة أهتمام العرب بالعلوم الطبيعية ، والكيميائية ، وبيولوجية البحار والمحيطات . ولكن يؤخذ على دراستهم أنها كانت وصفية ينقصها التجربة العلمية . ويمكن أن نلخص أفكار العرب عن أفرع الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة فيما يلى :

(ا) العرب وعلوم البحار الطبيعية والكيميائية :

أعتنى الكتاب العرب بدراسة بعض الخصائص الطبيعية لمياه البحار وأثر ذلك على حركة الملاحة البحرية وعمليات ركوب البحر خلال مواسم السنة المختلفة . وقد وجه العرب إهتمامهم لدراسة الرياح والعواصف والأموج والمد والجزر . فيذكر أبن جبير فى رحلته المعروفة باسمه والتى قام بها عام ١٨٨٢ م (١) ، العلاقة بين شدة الرياح وحركة الأمواج ، ومواسم رسو السفن وطبيعة الملاحة البحرية فى الحوض الشرقى من البحر الأبيض المتوسط وذلك فى قوله ......:

« ومن مهب الرياح بهذه الجهات (شرق البحر الأبيض المتوسط) سر عجيب وذلك أن الرياح الشرقية لاتهب فيها إلا فى فصلى الربيع والخريف ،

١ - ابن جبير ، « رحلة ابن جبير » - تحقيق الدكتور حسين نصار .

والسفر لايكون إلافيهما ، والتجار لا ينزلون إلى عكا بالبضائع إلا فى هذين الفصلين والسفر فى الفصل الربيعى من نصف إبريل ، وفيه تتحرك الريح الشرقية وتطول مدتها إلى شهر مايه ..... »

بينما أوضح ابن الفقيه (أبو بكر أحمد بن أبراهيم الهمذانى) (١) فى كتابه « مختصر كتاب البلدان » مواسم الإبحار فى بحار العالم ، والعلاقة بين حركة الأمواج وهيجان البحر ، وحركة الشمس الظاهرية وذلك فى قوله :
« فأما بحر الهند .... عند كون الشمس فى الحوت وقربها من الإستواء الربيعى يبتدىء فى الظلمة والغلظ ، وتكثر أمواجه حتى لايركبه أحد لظلمته وصعوبته عند كون الشمس فى الجوزاء . فإذا صارت فى السنبلة أضاء ظلمته ، ويسهل مركبه إلى أن تصير الشمس فى الحوت . إلا أن بحر فارس قد يركب فى كل أوقات السنة . فأما بحر الهند فلايركبه الناس عند هيجانه لظلمته وصعوبته .. »

وقد لاحظ الكتاب العرب حدوث عملية المد والجزر فى بعض بحار العالم وأثرها فى حركة الملاحة البحرية . ويذكر المقدسى فى كتابه « أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم » ، وصفاً تفصيلياً لعملية المد والجزر وموعد حدوثها وما ينجم عن ارتفاع منسوب البحر وإنخفاضه : إلا أنه كمثل كل الكتاب العرب وغيرهم ممن سبقهم ، لم ينجحوا فى تفسير حدوث هذه العملية تفسيراً علمياً ، فيقول المقدسى (٢)

« ولهذا البحر الصينى زيادات فى وسط الشهر وأطرافه وفى كل يوم وليلة مرتين ، ومنه جزر البصرة ومدها . إذا زاد دفع دجلة فإنقلبت فى أفواه الأنهار ، وسقت الضياع ، فإذا نقص جزر الماء .... وقد إختلفت الناس فى سببه . فقال قوم ، ملك يغمس فيه إصبعه كل يوم فيمد ، فإذا رفع إصبعه جزر أو أن الحوت يتنفس فيخرجه من منخريه فذلك المد ...... » .

وقد أكد الرحالة ابن الفقيه أسطورة الحوت الذى يسبب عملية المد والجزر

---

١ — ابن الفقيه « مختصر كتاب البلدان » — ليدن — مطبعة بريل سنة ١٣٠٢هـ
٢ — المقدسى : «أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم» — ليدن — مطبعة بريل سنة ١٩٠٩ م .

فى البحار ، إلا أنه أضاف كذلك قوله ، إن« ملكاً موكل بقاموس البحر ، إذا وضع رجله فاضت ، وإذا رفعها غاضت .... »

وأوضح الكاتب العربى شمس الدين أبى عبد الله محمد الأنصارى الدمشقى (المتوفى سنة ٧٢٧ هجرية) فى كتابه « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » العلاقة بين طعم المياه (١) ، ونوع التربة والصخور التى تمتدفوقهامياه البحر. ولكنه لاحظ كذلك أن الصخور لا يمكن أن تكون العامل الوحيد الذى يشكل ملوحة مياه البحر ، وعلى ذلك رجح أن مياه البحر تتحول بالتدريج من اللطافة إلى الملوحة تحت أثر فعل الأشعة الشمسية القوية . وذلك فى قوله :

« طعم كل ماء على قدر تربته ، ومن العلماء من يزعم أن البحر بقية الرطوبة التى جففت أكثرها جوهر النار ، وبإحراقه لهذه البقية أستحالت إلى الملوحة ... ومنهم من زعم أن البحار عرق الأرض لما ينالها من إحراق الشمس بإتصال دورانها ، ولهذا قالوا ليس ببلاد الصقالبة بحر مالح ...... وزعم قوم أن أصل الماء العذوبة واللطافة ، وإنما لطول مكثه جذبت الأرض ما فيه من العذوبة لملوحتها ، وجذبت الشمس ما فيه من اللطافه بحرارتها فاستحال إلى الغلظ والملوحة ... » .

(ب) العرب وعلوم البحار البيولوجية :

ومن دراسة كتابات الرحالة العرب خلال هذه الفترة من التاريخ البشرى ، يلاحظ أنهم قد أعتنوا كذلك بدراسة مجموعات الكائنات البحرية التى تعيش فى بحار العالم المختلفة ، وعلى الرغم من أنهم لم يدرسوا التركيب الفسيولوجى لكل من هذه الكائنات ، إلا أنهم لم يغفلوا تنوع هذه الكائنات من بحر إلى آخر ، كما لاحظوا أن هناك مواسم تكثر فيها الأسماك ، ويعظم صيدها ، يختلف ميعاد هذه المواسم من بحر إلى آخر . ومن أظهر ما كتب فى هذا الموضوع ما دونه شمس الدين الأنصارى الدمشقى فى كتابة «نخبة الدهر ...» فقد وصف هذا الكاتب مجموعات الأسماك العذبة التى تصاد من مجرى نهر

---

١ — يقصد بها هنا نسبة ملوحة مياه البحر ؟

النيل ، وتلك التي تصاد من أنهار الهند (مثل مهران والكنك) والصين (مثل نهر بترى) ونهر إتل بآسيا الصغرى . كما ناقش الوسائل المختلفة التي تستخدم في صيد اسماك التنين (القرموط النيلي) وعنكبوت الماء (الأخطبوط) .

وفيما يتعلق بأسماك البحيرات لاحظ الدمشقي (١) أن هناك مواسم محددة يكثر فيها وجود أنواع معينة من الأسماك فيكون من السهل صيدها وذلك في قولـــــه ......

« وفي بلاد أفريقية بحيرة بنزت طولها ستة عشر ميلا وعرضها ثمانية أميال . . . ويصاد من البحيرة في كل شهر نوع من السمك لا يخالطه غيره ... » وقد لاحظ الدمشقي تكرار ظاهرة مواسم الصيد في بحيرات بلاد أرمينيا وخرسان ومصر . بالإضافة إلى ذلك فقد عني بوصف بعض الأسماك البحرية التي تصاد من خليج البنادقة وبحر الروم ومن هذه الأسماك ، البقر والشيخ اليهودي ، وسياف البحر ، والقرش ، والبغل ، وقنديل البحر ، والمنارة وقد عني أبن الفقيه كذلك في كتابه (مختصر كتاب البلدان) بدراسة بعض الكائنات البحرية وتنوع العائلات السمكية وقد ميز بين الأسماك والثدييات البحرية وذلك في قوله .

« وفي البحر سمكة يقال لها الحراطيم مثل الحية لها منقار كمنقار اللركي وفي منقارها من الشقين كالمنشار ..... وفي البحر سمك كخلقة القرود ، من جلوده تكون الدرق التي تنبوعنها السيوف ، ويقال انها تحيض وترضع ، وكذلك السلاحف . وفيه سمك يسمى الدخس ينجي الغريق . وفيه سمك إذا هاج البحر خرج من قعر البحر ، فيعلم البحريون أن البحر قد هاج ويسمى البرستوج ..... »

يتضح من هذا العرض ، أن العرب قد فاقوا سكان أوربا خلال فترة العصور الوسطى وأزدهرت الحضارة العربية وتقدمت الفنون والعلوم المختلفة

---

١ – شمس الدين الأنصاري الدمشقي « نخبة الدهر في عجائب البر والبحر » طبعة ليبزج – سنة ١٩٢٣ .

وعنى العرب بالملاحة البحرية وأصبحت السفن من أهم دواعى الإتصال والربط بين البلدان التى تقع تحت لواء الأمبراطورية الإسلامية . وكانت تبنى هذه السفن أيام معاوية فى الثغور الشامية كصور وعكا وطرابلس. وقامت صناعة السفن فى مصر سنة أربع وخمسين للهجرة فى جزيرة الروضة .، بينما كان للفاطميين ديوان خاص للاسطول عرف باسم « ديوان العمائر » .

وفى القرنين السابع والثامن الميلاديين ، عندما انتشرت راية الأسلام على معظم ربوع حوض البحر الأبيض المتوسط ، وأمتدت الأمبراطورية الأسلامية من بلاد فارس شرقاً إلى المغرب الأقصى والأندلس غرباً ، بل جاوزت هذه الأبعاد ، وأنتشرت فى جزر الهند الشرقية وبعض أجزاء الهند والصين ، سيطر العرب على طرق الملاحة التجارية فى العالم وأصبحت خطوط الملاحة فى المحيط الهندى والبحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط مألوفة لديهم (١).

٧ - مرحلة الكشوف الجغرافية وبداية ميلاد الفكر العلمى الأقيانوغرافى

ومنذ بداية القرن الرابع عشر بدأت تزدهر العلوم الملاحية والفلكية والرياضيات فى أوربا من جديد وخاصة فى إيطاليا وأسبانيا . وقد أتسعت المعرفة عن التوزيع الجغرافى للبحار والمحيطات تبعاً لحركة الكشوف الجغرافية التى تمت إبان هذه الفترة ، ونجاح كل من الأسبانيين والبرتغاليين فى اجتياز بحر الظلمات ، وكشف الأجزاء الجنوبية من القارة الإفريقية والطريق الجديد إلى الهند . وكان لإكتشاف العالم الجديد والوصول إلى جزر الهند الشرقية أن عرفت أبعاد المحيطين الأطلسى والهادى .

ويرجع الفضل فى قيام حركة الكشوف الجغرافية البرتغالية للامير هنرى

---

١ - محمد ياسين الحموى « تاريخ الأسطول العربى » دمشق سنة ١٩٤٥ .

الملاح الذى كان له فضل السبق فى بدء هذه الكشوف والإبحار بجانب الساحل الشمالى الغربى لأفريقية عام ١٤١٥ . ونجح مالفنتى عام ١٤٤٦ فى الوصول إلى ساحل غرب أفريقية . ثم تبع ذلك رحلات بحرية مختلفة على طول الساحل الغربى لإفريقية ، وذلك لإستغلال الأراضى الواقعة بجوار الساحل ومن أهم هذه الرحلات تلك التى قام بها الملاح بارثلميوديياز Bartholomew Diaz عام ١٤٨٧ ، والتى وصل فيها إلى الساحل الجنوبى الغربى لإفريقية . وفى عام ١٤٩٦ م قام فاسكو داجامـا Yasco de Gama برحلته المشهورة ودار حول رأس الرجاء الصالح ، ثم إتجه من الجنوب إلى الشمال بمحازاة الساحل الشرقى لإفريقية ووصل إلى جزيرة زنزبار . ويقال إن أحد التجار العرب أرشد داجاما إلى الطريق الملاحى الذى يصل إلى الهند ، وعلى ذلك وصل داجاما إلى قاليقوت عام ١٤٩٨ م . وكانت نتيجة هذا الإكتشاف أن تحولت الطرق الملاحية العالمية بين شرقى آسيا وغرب أوربا إلى طريق رأس الرجاء الصالح بدلا من الأراضى المصرية (١) .

وتلى مرحلة إكتشاف الرأس الجنوبى لإفريقية ، مرحلة هامة أخرى وهى مرحلة أكتشاف العالم الجديد والمحيط الهادى . وقد بدأت هذه المرحلة برحلات كريستوفر كولومبس الذى قام بأربع رحلات بحرية فيما بين ١٤٩٢ — ١٥٠٤ م . وتمكن من إكتشاف جزر الهند الغربية وأمريكا الوسطى ، واعتقد أنه إكتشف الطريق الملاحى إلى جزر الهند الشرقية .

ومن جزر الهند الغربية قام الملاحون الأسبانيون برحلات ثانوية لأكتشاف سواحل هذا العالم الجديد . ومن أشهر هذه الرحلات تلك التى قام بها ستيفن جومز Stephen Comez والذى أبحر بمحازاة الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية فيما بين فلوريدا ونوفا سكوتشيا . كما اكتشف كبرال Cabral الساحل الشمالى للبرازيل ومصب نهر الأمزون . وفيما بين عام ١٤٩٧ — ١٥٠٣ م . نجح امريجو فاسبوتشى فى الوصول إلى مصب نهر لابلاتا بل يرجح

1- Barker, J.N.L., History of Geographical discovery. , London, 1948

أنه سار بمحازاة الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية حتى دائرة عرض ٥٠°
جنوباً :

ثم جاء دور رحلة ماجلان التى قام بها عام ١٥١٩ ووصل من أسبانيا إلى ساحل البرازيل فى بدايةعام١٥٢٠. وإتجهماجلانبعدهاجنوباً بجوار الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية وعبر المضيق الذى عرف باسمه ، ثم واصل سيره غرباً فى المحيط الهادى بمساعدةالرياح التجارية الجنوبية الشرقية، ووصلإلىجزر ماركويساس ثم جزر مارشل ومنها إلى جزر الهند الشرقية . ثم أكمل خط سير الرحلة مساعدهبيجافيتا Piga fetta(بعد أن قتل ماجلان فى جزيرة سيبو) . ، وأبحر إلى منطقة رأس الرجاء الصالح ثم عاد إلىأسبانيا .وكانمن نتيجةالرحلةهذه أن أثبت ماجلان حقيقة كروية الأرض كما ظهرت جميع أجزاء قارات العالم الكبرى على الخرائط لأول مرة منذ بداية التاريخ البشرى .

ومنذ بداية القرن السابع عشر اهتم المغامرون والقباطنة بكشف المسطحات المائية القطبية ، ومن أظهر الرحلات البحرية التى قامت لهذا الغرض رحلات نانسن وبيرى وشاكلتون وجيمس كوك . ولكن لم تعرف القارة الجنوبية القطبية أنتارتيكه(إلا بعد رحلات جيمس كوك فيما بين ١٧٦٩–١٧٧٢م)(١)

وبعد إكتشاف قارة أمريكا بدأت مراحل الإستعمار الإوربى (خاصة أسبانيا وإنجلترا وفرنسا) للإستيلاء على الثروات الطبيعية والموارد الإقتصادية الهائلة فى أجزاء هذا العالم الجديد. وفى نفس الوقت تطلبت الرحلات البحرية إلى العالم الجديد المزيد من المعلومات الخاصة بالبحار والمحيطات حتى تتيسر سبل الملاحة فى المحيط ، وأن تجتازه السفن فى سرعة وسلام . وقد ساعدت الرحلات البحرية المتجهة إلى العالم الجديد على جمع معلومات كثيرة عن خبايا المحيط الإطلسىوتدوين الكثير فيما يتعلق بالخصائص الطبيعيةللمياه ومشاهدات حركة الأمواج وإتجاهات التيارات البحرية الرئيسية ومسالكها فى بحار العالم المختلفة .

1 - Sverdrup, H. U., (The ocean ...), Prentice - Hall Inc. (1962).

وفى أواخر القرن الثامن عشر ، ظهر كذلك بعض الباحثين بالعالم الجديد نفسه ، واهتموا بدراسة البحار والمحيطات وشئون الملاحة التجارية ونذكر من هؤلاء بنيامين فرانكلين Benjamin Frarklin . وركز فرانكلين عنايته لدراسة التيارات البحرية التى تسير بجوار السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية . ونجح فى إنشاء خريطة بحرية تفصيلية موضحاً عليها خط سير تيار الخليج الدفىء . وقد إستمد فرانكلين كثير من المعلومات التى ساعدته فى إنشاء هذه الخريطةمن قصص قباطنة اليانكى المهاجرون (القدماء لأمريكا) وأخبارهم ونشرت خريطته عام ١٧٨٦ فى المجلة الأمريكية المعروفة باسم .

Transaction of the American Philosophical Society , 1785.

وقد بذل فرانكلين كذلك عدة محاولات لقياس درجة حرارة المياه السطحية خاصة فى المحيط الأطلسى الشمالى . كما إنه إعتاد أن يأخذ عينات مختلفة من المياه بواسطة جرادل بحبال متينة على أعماق مختلفة لدراسة تركيبها وخصائصها الطبيعية (١) :

٨ - الفكر الأقيانوغرافى خلال القرن التاسع عشر

تميزت الدراسات الأقيانوغرافية بالنمط العلمى واصبحت تشكل علماً لـه قواعده وأصوله منذ بداية القرن التاسع عشر .ومنذ هذا الوقت بدأت تتشعب الدراسات التفصيلية وتميزت الأفرع الثانوية لهذا العلم كذلك عن غيرها من أفرع العلوم الأخرى . وتقدمت طرق البحث الأقيانوغرافى تبعاً لاستخدام أجهزة وأدوات جديدة ، كما ظهر فى هذه الفترة فئة من العلماء نذكر منهم أهرنبرج Ehrenberg ، وهمبولت Hamboldt ، وهوكر Hooker وأورشتدOrsted.وقد أجرى هؤلاء العلماء كثير من الابحاث تختص أساساً بالبيئة الطبيعيةالتى تعيش فيهاالبلانكتون والزوبلانكتون،وأثر ذلك فى الحياة

---

1 - Cowen, R. C. (Frontiers of the sea), London, 1960 .

البيولوجية بمياه البحار والمحيطات . ولكن كانت لدراسات كل من مساثيو فونتين مارى ، وإدوار فوربس ، وتشارلس طومسون أثرها الواضح فى تقدم الفكر الاقيانوغرافى العالمى . ولذا يحسن أن نشير إلى أهمية الأبحاث الأقيانوغرافية التى قام بها هؤلاء العلماء الذين وضعوا الأسس الحديثه لعلوم البحار والمحيطات (١) .

١ ـ ماثيو فونتين مارى : Mathew Fontaine Marry

يعتبر القبطان البحرى الأمريكى ماثيو فونتين مارى (١٨٠٦ — ١٨٨٣) أول من حول الوصف الأقيانوغرافى الذى كان قائماً على المعلومات المستمدة من المغامرات والرحلات البحرية إلى علم له قواعده وأصوله . واهتم بدراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار والمحيطات وطبيعة حركتها ، وتعد نتائج أبحاثه أهم الأسس التى بنيت عليها قواعد الأقيانوغرافيا الطبيعية الحديثة . وقبل حياة مارى Marry كان البحارة يغامرون بالبحار فوق مياه المحيط دون الإستعانة بأى معلومات مدونة عن التيارات البحرية أو طبيعة الأموج ، أو مواسم العواصف والأنواء . ولكن خلال حياته وبعد وفاته أصبح البحارة لا يستغنون عن الخرائط البحرية التفصيلية . ولذا كرس مارى حياته لخدمة الملاحة البحرية ،، ولخص أهداف أبحاثه حين ذكر :

(Nothing less then to b'aze way through the winds of the sea by which the navigator may find the best paths at all seasons),

ولم يقتصر نشاط مارى على نشر الخرائط البحرية فقط ، بل أصدر كتاباً عن فن الملاحة البحرية عام ١٨٣٦ وكان له صيتاً ذائعاً إبان هذه الفترة (٢) . ومنذ عام ١٨٣٩ كرس مارى كل جهوده لأخذ عينات من مياه المحيط ، ودراسة كيفية حدوث الأمواج وأشكالها ومسالك التيارات البحرية . وقد أتسمت دراساته بكونها قائمة على أسس المنهج الوصفى التجريبى .

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962

2- Marry, M.F., (New theoretical and practical treatise on navigation), N.Y., (1836) .

وفى عام ١٨٤٢ عين فى وظيفة المدير العام للمرصد البحرى الأمريكى . وساعده هذا المنصب الجديد على أن يتوسع فى دراساته وأن يجمع من المعلومات والبيانات الكثير مما توضح خصائص مياه البحار والمحيطات . وبعد مرور خمسة أعوام على إشتغاله فى هذا المنصب الجديد نشر مارى خرائط بحرية تفصيلية عن الرياح وعلاقتها باتجاه التيارات البحرية . (لوحة ١)



(لوحة ١ ماثيو فونتين مارى

وفى عام ١٨٥١ نجح مارى فى أن يضع تصنيفاً يميز فيه أنواع الكتل المائية المختلفة تبعاً لأختلاف الخصائص الطبيعية لمياه كل كتلة . ثم عنى كذلك بدراسة بيولوجية البحار والمحيطات وخاصة البيئة الطبيعية التى تعيش فيها الثدييات البحرية ، وأماكن تركز الحيتان . وقد ساعدته هذه المعلومات على نشر كتابه الثانى عن الجغرافيا الطبيعية للبحار سنة ١٨٥٥ . (١)

ب - ادوار فوربس : E. F RBES

واذا كانت أسس الأقيانوغرافيا الطبيعية قد وضعت على أيدى الباحثين الأمريكيين ، فإن قواعد الأقيانوغرافية البيولوجية بنيت على أكتاف إدوارد فوربس البريطانى . وبذا يعتبر فوربس (على الرغم من مرور نحو ٢٠٠٠ عام على وفاة أرسطو — أول من كتب عن بيولوجية البحار) الباحث الأول الذى أتبع منهج أرسطو فى هذه الدراسة . وقد عمل فوربس على تعديل المنهج

1- Marry. M. F, (Physical ge-graphy of the sea), N.Y., 1855.

الدراسى لهذا الفيلسوف وإضافة الكثير من المعلومات الخاصة ببيولوجية البحار والمحيطات إليه . وعكف فوربس على دراسة تطور الكائنات النباتية والحيوانية فوق اليابس والماء ، كما اهتم كذلك بدراسة أنواع الحفريات المختلفة المدفونة بالطبقات الصخرية .

وقد أوضح فوربس أن لتضاريس قاع المحيط أثراً ملحوظاً فى التوزيع الجغرافى للكائنات البحرية . فقد تعمل الحواجز المحيطية العظمى مثلا على حصر الكائنات البحرية فى منطقة محدودة دون أن تساعدها على الانتقال إلى بيئات بحرية مختلفة أخرى . كما أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين كل من التوزيع الجغرافى للكائنات البحرية وبين خصوبة مياه المحيط ووفرة المواد الغذائية Nutrient materials والخصائص الطبيعية لمياه المحيط .

وبمجيء عام ١٨٥٠ تمكن فوربس من تكوين مدرسة من العلماء الأسكتلنديين للتخصص فى دراسة بيولوجية البحار . وقد استفاد فوربس بعد إتصاله بالعالمين سارس M. Sars النرويجى ، وهنرى إدوارد H. Edward الفرنسى . وقد تبادل ثلاثتهم المعرفة والفكر الأقيانوغرافى واستعانوا للحصول على عينات من الكائنات البحرية التى تعيش بالقرب من القاع باستخدام الزحافة الأولية Naturalist dredge والتى كان أول من استعملها من قبل العالمان الإيطاليان دوناتى Donati ، ومارسجلى Marsigli فى منتصف القرن الثامن عشر . (١)

ومن أشهر كتابات فوربس ، بحثه عن سمك النجمة فى بريطانيا ، والذى طبع عام ١٨٤٠ . وقد عين بعد ذلك أستاذاً لعلم النبات فى جامعة لندن ، ثم أستاذاً لعلم التاريخ فى أدنبره باسكتلند . وبطبيعة عمله باحثاً فى مصلحة المساحة الجيولوجية البريطانية قام بعدة إبحاث عام ١٨٤١ يختص معظمها بدراسة بيولوجية البحر الأبيض المتوسط ، وقد تمكن خلال رحلاته أن يجمع أعداداً كبيرة من الكائنات خاصة تلك التى تعيش على أعماق بعيدة فى كل من

1- Von Arx W. S, (Introduction to physical oceanography), London (196 4).

البحر الأبيض المتوسط وبحر إيجـــه ؛

وقد نجح فوربس فى الحصول على عينات من كائنات سمك النجمة على عمق ١٢٠٠ قدم فى البحر الأبيض المتوسط . وقد غيرت هذه النتيجة النظرية البيولوجية التى كانت سائدة فى ذلك الوقت ، والتى كانت تشير بأنه لاتعيش أى كائنات بحرية صغيرة عند هذه الأعماق البعيدة من البحر . وقد أمدته أبحاثه فى البحر الأبيض المتوسط بافكار جديدة ساعدته على تكوين نظريته المشهورة الخاصة بتصنيف الكائنات البحرية تبعاً للطبقات المائية المختلفة التى تعيش فيها . وعلى ذلك رجح فوربس أنه يمكن تقسيم المسطحات المائية إلى ثمانية أقسام كبرى تمتد من سطح الماء إلى أسفل حتى عمق ١٨٠٠ قدم . وقد أوضح أن الكائنات التى تحتاج لمقدار كبير من أشعة الشمس والضوء تعيش عادة فى الطبقات العليا ، ثم يليها إلى أسفل تلك الكائنات التى لاتعتمد على النباتات المجهرية فى غذائها ، كما لاتحتاج إلى كميات كبيرة من الضوء . أما عن الكتل المائية المختلفة التى تقع على أعماق أبعد من ١٨٠٠ قدم فقد رجح فوربس أنها لاتحتوى على كائنات حية تعيش فيها وأطلق عليها اسم « منطقة اللاحياة »Azoic Zone (١) ؛

ولم تصمد نظرية اللاحياة طويلا أمام الأستكشافات البحرية المتوالية ، بل بل تحطمت أفكارها كذلك عن طريق الصدفة ففى عام ١٨٦٠حدث خلل بعض أجزاء من الكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع البحر الأبيض المتوسط والتى كانت مثبتة فوق أرضية البحر على عمق ٧٢٠٠ قدم . وعندما رفعت هذه الكابلات لإصلاحها ، تبين أن جدرانها ملصق عليها أنواع عديدة من الكائنات البحرية التى تعيش فى الأعماق البعيدة . كما أكدت نتائج البعثة العلمية التى أجريت أبحاثها فى المياه القطبية حول قارة أنتارتيكه فيما بين ١٨٣٩—١٨٤٣ ، تحت إشراف الباحث جيمس روس J Ross ، وجود حياة فى الأعماق البعيدة جداً من المحيط . وتمكنت البعثة من جمع عينات مختلفة من الكائنات البحرية التى تعيش هناك على أعماق أبعد من ٢٤٠٠ قدم .

1 - [illegible]wen, , C, (Frontiers of the Sea), London, 1960.

وعلى أى حال يعتبر إدوارد فوربس تبعاً للإبحاث الأقيانوغرافية العديدة التى أصدرها والمنهج العلمى الجديد الذى أتبعه المؤسس الحقيقى لعلم الأقيانوغرافيا البيولوجية الحديثة .

جـ ـ تشارلس طومسون : (١٨٢٠ - ١٨٨٢) Charles Thomson

حاول طومسون تعديل نظرية منطقة اللاحياة Azoic Zone التى رجحها فوربس من قبل. وقد أوضح طومسون أنه كلما تعمقنا فى مياه المحيط ١٠٠ قامة ، يزداد الضغط فى المياه بمعدل ١ ١/٣ طن لكل بوصة مربعة من المياه . يتضح بالتالى أنه قد يكون من الصعب أن تتحمل أى من الكائنات البحرية هذا الضغط العالى ، هذا إلى جانب قلة الضوء أو عدمه وبرودة المياه فى الطبقات العميقة . ولكن إذا تذكرنا بأننا نحن كذلك نعيش فى حالات الضغط الجوى العالى الذى يبلغ ١٥ قدماً لكل بوصة ، ومع ذلك لا نحس به ، لأن الضغط متشابه داخل أجسامنا وخارجها ، لأدركنا كذلك أن الكائنات التى تعيش فى البحر العميق تتشابه من حيث درجة الضغط داخل أجسامها مع الضغط الواقع خارجها أو عليها مما يمكنها من البقاء والعيش فى مثل هذه البيئة . (لوحة ٢) ؛



لوحة «٢» سير تشارلس ويفيل طومسون

وقد عكف طومسون مثل أستاذه فوربس على دراسة كائنات المحيط التى تعيش فى الأعماق البعيدة وقد ساعده زميله كاربنتر W. B. Carpenter فى هذا المجال ؛ وقد زودتهما الأدميرالية البحرية فى بريطانيا بسفينتين خاصتين للأبحاث فيما بين عام ١٨٦٠-١٨٧٠، ومن ثم تمكنا من جمع كائنات بحرية

تعيش على عمق ٣ أميال من سطح الماء . وبعد نهاية الرحلات العلمية باستخدام السفينتين H.M.S. Lighthing and H.M.S. Porcupine أوضح الأستاذ كاربنتر للأدميرالية البحرية ، ضرورة القيام برحلة بحرية استكشافية كبرى حول العالم . ومما زاد من اهمية هذه الرحلة شيوع استخدام الكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع المحيط ، وحتمية بقاؤها جيدة الاستعمال ومعرفة مدى تأثرها بفعل المياه وتعرضها للكائنات البحرية التى تتراكم عليها . (١)

وقد ساعد المجمع البريطانى الملكى The Royal Society طومسون القيام بهذه الرحلة. وفى عام ١٨٧٢ اختير طومسون لرئاسة أعظم رحلة علمية عرفها التاريخ البشرى ، وعرفت باسم رحلة شالنجر Challenger Expedition وخصصت لهذه البعثة سفينة أبحاث خاصة حملت هذا الاسم كذلك H. M. S. Challenger ولم تكن الحكومة البريطانية تتوقع أى مكسب مادى من هذه الرحلة ، ولكن عندما فحص جون مارى J. Marry (عالم جيولوجى من أعضاء البعثة) صخور جزر كريسماس بالمحيط الهادى ، أكد أن صخور هذه الجزر غنية جداً بالفوسفات . ونجح بعد عودته فى إقناع الحكومة البريطانية إستغلال مناجم الفوسفات فى هذه الجزر. ويقدر أن الأرباح التى أتت عن طريق استغلال خام الفوسفات تزيد عن ضعف تكاليف هذه الرحلة العلمية الكبرى . وقد ساهمت هذه الرحلة فى تطور علم الأقيانوغرافيا وتقدمه تبعاً للعينات المختلفة من الكائنات البحرية التى تم جمعها من محيطات العالم ثم الإنعكاف على دراستها. ولذا يحسن أن نشير إلى بعض الرحلات الأقيانوغرافية الكبرى .

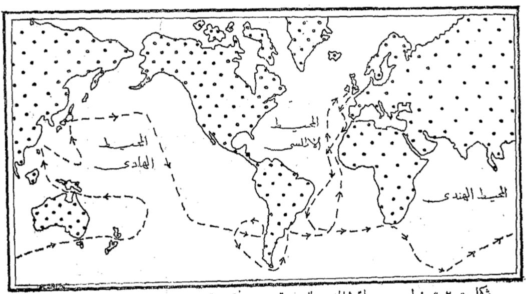
٩ ـ الرحلات الملاحية البحرية العلمية

اولا ـ رحلة شالنجر: Challenger Expedition

بدأت رحلة الاستكشافات العلمية البحرية على السفينة شالنجر يوم ٧ ديسمبر ١٨٧٢ وبدأت سيرها من ميناء لندن ، وقامت بدورة كبرى حول

1-King. C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962

العالم حيث قطعت نحو ٦٨,٧٩٠ ميلا بحرياً ، وعادت ثانية إلى ميناء لندن فى يوم ٢٧ مايو ١٨٧٦ . وأبحرت الرحلة من لندن إلى جبل طارق ثم إلى جزر كناريا ، وبعدها غرباً حتى ساحل سلفادور بالبرازيل . ثم اتجهت الباخرة شرقاً مع دائرة عرض ٣٤° جنوباً إلى أن وصلت إلى مدينة «كيب تاون» على الساحل الإفريقى الجنوبى ، ثم اتجهت إلى الجنوب الشرقى حتى سواحل أنتارتيكه ، وبعدها أبحرت نحو الشمال الشرقى إلى أن وصلت جزيرة تسمانيا فى المحيط الهادى مارة بنيوزيلند ثم اتجهت شمالا حتى جزر اليابان ،



شكل « ٢ » خط سير رحلة شالنجر البحرية (ديسمبر سنة ١٨٧٢ إلى مايو سنة ١٨٧٦)

بعدها اتجهت شرقاً ثم نحو الجنوب حتى ساحل سنتياجو بشيلى بعد أن أجرت عدة دراسات متنوعة حول الجزر المتناثرة المجاورة لساحل شيلى (مثل جزر سنت فيلكس St. Felix وجوان فرناندز Juan Fernandez). ثم اتجهت الرحلة جنوباً عبر مضيق ماجلان ، وبعدها شمالا لدراسة المسطحات المائية والاحياء البحرية عند مصب نهر لابلاتا بالأرجنتين . ثم أبحرت الباخرة شمالا حتى ساحل ليبريا وسيراليون وبعدها عادت إلى الجزر البريطانية .

وقد جمعت البعثة خلال هذه الرحلة عدة آلاف من الكائنات البحرية

الغريبة الشكل والنوع ،والتي لم تكن تعرف لدى البيولوجيين من قبل. ومازال بعض هذه الكائنات البحرية التي جمعتها الرحلة تعد حتى الآن في حاجة إلى البحث والدراسة التفصيلية . وتمثل هذه الرحلة التي استغرقت نحو ثلاث سنوات ونصف ،أعظم وأطول رحلة بحرية علمية عرفها التاريخ البشرى.(١)

ويجدر أن نشير كذلك إلى أن الفترة الزمنية التي أستغرقتها الرحلة كانت غير متقطعة أى أستغلت هذه المدة كلها فى الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة دون أن تتوقف السفينة أو من عليها لأغراض أخرى . وقد زودت السفينة بأحسن المعدات والأجهزة العلمية التي كانت معروفة فى هذه الفترة وقد أشتملت على أدوات متنوعة تستخدم فى الدراسات البيولوجية، والسيسمولوجية والجيولوجية ، والأرصاد الجوية . كما زودت الباخرة بآلاف من الزجاجات الخاصة التي تستخدم لأخذ عينات من المياه على أعماق مختلفة .

وتعد الباخرة شالنجر ، أول باخرة علمية عبرت الدائرة القطبية ، ومرت بسواحل أنتارتيكا ، كما تمكنت الرحلة بأخذ قراءات من ٣٦٢ محطة أنشئت بأماكن مختلفة من البحار (يلزم لإنشاء المحطة البحرية ، استخدام سفن قوية يمكن لها أن تمكث فى بقعة ثابتة محددة بخطوط ودوائر عرض معينة حتى يمكن للباحث أخذ قراءات لمياه هذه البقعة) .

وقبل قيام رحلة شالنجر كانت معلوماتنا عن مورفولوجية قاع المحيط وكائناته محدودة جداً ، ولكن بعد عودة البعثة ونشر تقاريرها زادت المعرفة بقاع المحيط . ولكن فى الوقت نفسه كثر التساؤل عن نقاط أخرى جديدة فى حاجة ماسة لأبحاث متعددة . وقد تمكن العلماء من تمييز ٤١٦٧ كائناً بحرياً وتصنيف ٧١٥ وحدة عائلية حيوانية جديدة لم تكن معروفة من قبل . وعلى الرغم من عناية مرافقى البعثة بالدراسات البيولوجية إلاأن الرحلة أهتمت كذلك بالدراسات الطبيعية والجيولوجية ، والكيميائية لمياه المحيط ، وقد تمكنت البعثة من تسجيل أعظم عمق للمحيط وهو الواقع فى خانق مريانا Marianas والذى بلغ ٢٦٨٥٠ قدم تحت سطح البحر ،وعرف باسم عمق شالنجر Challenger Deep. كما تمكنت

1- Cowen, R. C, (Frontiers of the sea), London, 1960.

البعثة من تسجيل قراءات عديدة تختص بتحديد درجة حرارة المياه، السطحية والسفلية بالمحيطات ، ونشرت خرائط بحرية تفصيلية كذلك توضح مسار التيارات البحرية وأماكن العواصف وعلاقتها بنظام الرياح فى بقاع مختلفة من المحيطات .

وبعد انتهاء رحلة شالنجر Challenger أنشأ الأستاذ طومسون معهداً خاصاً لتفسير النتائج التى حصلت عليها البعثة ونشر الأبحاث العلمية حتى أصبحت أدنبره بأسكتلند فى هذا الوقت كعبة الدراسات البيولوجية البحرية ووفد إليها علماء الأقيانوغرافيا من كل مكان فى العالم .

ثانيا ـ الرحلات البحرية لبعض هواة علوم البحار والمحيطات :

بعد النتائج الهائلة التى توصلت إليها بعثة شالنجر البحرية ، اهتمت دول العالم بالدراسات الأقيانوغرافية حتى يمكن إستغلال المسطحات المائية بصورة إقتصادية . وقامت عدة بعثات علمية خلال الربع الأخير من القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين للاستفاضة فى نقاط متنوعة ، ولتكملة بعض الفراغ فى أبحاث بعثة شالنجر البحرية . قامت معظم هذه البعثات على أكتاف هواة العلم دون الإستعانة بالأعلانات المالية الأهلية أو الحكومية . ومن أشهر هذه الرحلات العلمية تلك التى قام بها :

(ا) الكسندر اجازيز (١٨٣٥-١٩١٠) Alexander Agaziz

وهو ابن العالم المشهور لويس أجازيز ، وقد عشق الإبحار فى بحار العالم المختلفة حتى بلغ مجموع أطوال ما أبحره نحو ١٠٠,٠٠٠ ميل ، وكان معظمها فى البحار المدارية بالبحر الكاريبى وبالمحيطين الهندى والهادى. وقد زاد مجموع ما أخذه من قراءات لأعماق المحيطات فى هذه البحار أكثر من كل النتائج التى حصلت عليها البعثات العلمية الأخرى مجتمعة . وتبعاً لكونه مهندساً ، فقد نجح فى ادخال بعض التحسينات والتعديلات على الأجهزة الخاصة بعمليات القياس والتسجيل الأقيانوغرافى .

وبعد وفاة والده عام ١٨٧٣ ، وقع على عاتقه إدارة معهد الأحياء المائية الذى كان يشرف عليه والده من قبل . وصرف الكسندر على عمليات تحسينه وتزويده بالكائنات البحرية المختلفة ما يزيد عن ١,٥ مليون دولار من ماله الخاص . وعلى الرغم من خدماته المادية الجليلة لخدمة هذا العلم فقد كان الكسندر يفضل أن يكون باحثاً اقيانوغرافياً متجولا فى البحار . وعلى ذلك ترك معهد الأحياء المائية وقام برحلات بحرية جديدة وسجل أعظم انتصاراته العلمية فى رحلاته التى قام بها فيما بين عام ١٨٨٧ — ١٩٠٥ .

(ب) الأمير هنرى تشارلس : Prince A. Charles

وهو من أسرة حكام إمارة موناكو ، وعرف بحبه للمغامرات البحرية ، وعنايته بالدراسة الأقيانوغرافية ، وقد عمل هذا الأمير فى بداية حياته ضابطاً فى البحرية الإسبانية ، كما كان قبطاناً ممتازاً بحيث كان من السهل عليه قيادة السفينة المعملية بمفرده . وعلى ذلك كان يقوم بعملين فى وقت واحد ، وذلك لكونه قبطاناً للباخرة ، ومديراً للأعمال العملية فيها .

وقد ساعد الأمير نخبة من علماء الأقيانوغرافيا فى هذا الوقت وأجروا معه أبحاث علمية مشتركة . ويعتبر الأمير ألبرت أول من استعمل أنواعاً جديدة من الشبكات التى تستخدم لجمع الكائنات البحرية فى الأعماق المختلفة و الإستعانة بالأضواء الكهربائية تحت سطح الماء لكى تجذب أنواع الكائنات المحبة للضوء . ولكن أعظم ما قام به هو اختراعة لنظام العوامات الطافية Drifting Float وميز بواسطتها مسالك التيارات البحرية . كما عنى كذلك بدراسة مورفولوجية قاع البحار والمحيطات ، وإنشاء خرائط تفصيلية تصور طبيعة قاع المحيطات ، خاصة قاع المحيط الأطلسى وقاع البحر الأبيض المتوسط .

وعنى ألبرت تشارلس بدراسة الثدييات البحرية وخاصة الحيتان ، وأثناء رحلته حول جزر أزورس ١٨٩٥ صادف حوتاً ميتاً ، ملقياً على ظهره ، وعند فحص أمعائه نجح فى أن يميز الغذاء الذى تعيش عليه هذه الأنواع

من الحيتان. وكتب الأمير الكثير عن البيئات الطبيعية التى تعيش فيها مجموعات الحيتان المختلفة وأسباب هجراتها الفصلية من مكان إلى آخر . ويرجع الفضل إلى الأمير ألبرت فيما يضمه متحف الأحياء المائية بموناكو من كائنات بحرية فريدة فى أنواعها .

١٠ ـ الفكر الأقيانوغرافى من بداية القرن العشرين حتى الوقت الحاضر

قفزت المعرفة الأقيانوغرافية فى بداية هذا القرن قفزات سريعة نحو التقدم والتطور، وأولت الحكومات والجامعات الكبرى وبعض الأشخاص أهتمامهم الخاص بهذا النوع من الدراسات ، وأزدهرت الدراسات الأقيانوغرافية فى معاهد متعددة منها معهد الأحياء المائية فى موناكو، ومعهد الأحياء المائية فى نابلى Stazione Zoologica الذى أنشأه الدكتور أنطون دهرن A. Dohrn العالم البيولوجى الألمانى . ولم يقتصر نشاط هذا الباحث على جمع الأحياء المائية البحرية وتصنيفها كما فعل ما سبقه من العلماء ، ولكنه وضع بالمعهد صناديق زجاجية مختلفة ، واحتفظ فيها بالكائنات البحرية الغريبة حتى يسهل دراسة البيئة الطبيعية التى تعيش فيها والألمام بسلوكها العام . وقد واجهت الأبحاث الأقيانوغرافية فى هذه الفترة عدة مشاكل منها : —

ا — يكلف اجراء الأبحاث الأقيانوغرافية مبالغ كبيرة .

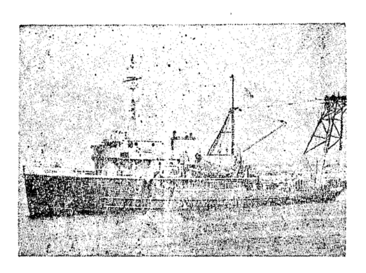
ب — عدم توفر السفن الخاصة اللازمة لأجراء الأبحاث الأقيانوغرافية .

جـ — قد يلزم أن يكون باحث الأقيانوغرافيا بحاراً ممتازاً .

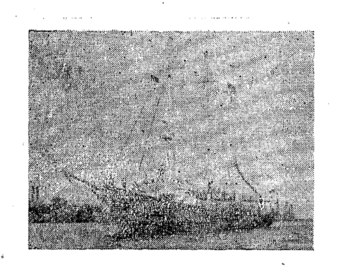
د — تنوع المعرفة فى العلم وتعددها ، ذلك لأن الأقيانواغرافيا ما هى إلاّ دراسة تطبيقية لعلوم متنوعة منها الطبيعة ، والكيمياء ، والبيولوجيا ، والرياضة ، والجيولوجيا ، وجيومورفولوجية السواحل والجغرافيا .

هـ — الحاجة الدائمة إلى أدوات قياس جديدة تتسم بالدقة حتى يمكن إجراء عمليات القياس المختلفة .

وقد ساهمت حكومات بعض الدول على تقدم العلوم الأقيانوغرافية بتقديم المساعدات المادية للعلماء الذين أخذوا على عاتقهم القيام بهذه الأبحاث ،

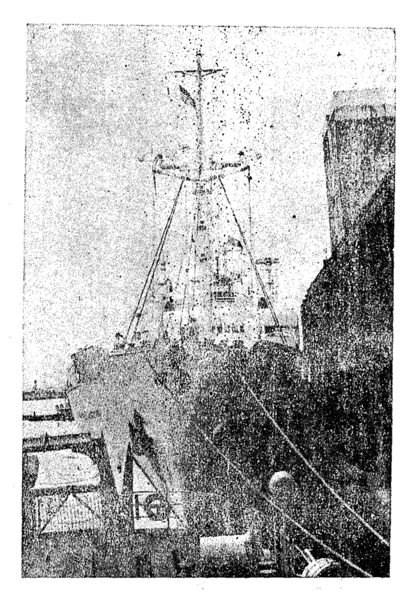


« لوحة ٣ » سفينة الأبحاث سبنسر (طولها ٢٠٢ متراً ، وتتبع معهد سكريبس الإقيانوغرافى) .

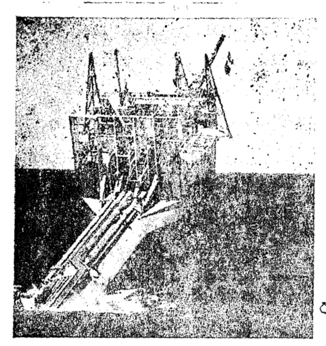


« لوحة ٤ » سفينة الأبحاث فيما (طولها ٢٠٢ متراً ، وتتبع مرصد لامونت الجيولوجى) .

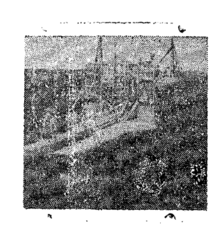
وتوفير سفن الأبحاث الخاصة والمزودة بالمعامل والأجهزة المختلفة : ومن أشهر هذه السفن ، سفينة الأبحاث سبنسر Spencer التابعة لمعهد سكريبس الأقيانوغرافى (تحت اشراف جامعة كاليفورنيا) . وقد استخدمت هذه السفينة عند دراسة جيولوجية قاع المحيط الهادى (لوحة ٣) . وسفينة الأبحاث



« لوحة ٥ » سفينة الأبحاث السوفيتية ميخائيل لومونوسوف

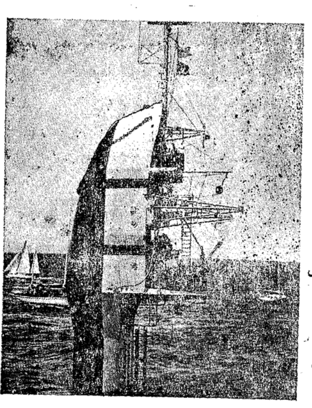


(ب)



(ا)

« لوحة ٦ » سفينة الأبحاث فيليب
(ا ، ب ، جـ) توضح مراحل إتخاذ السفينة الوضع الرأسى وتثبيت المحطة البحرية بالمياه .



(جـ)

فيما Vema ، وتتبع مرصد لمونت الجيولوجى بنيويورك . واستخدمت هذه السفينة عند دراسة جيولوجية قاع المحيط الهندى ، وقاع المحيط الأطلسى (لوحة ٤) . وفى الاتحاد السوفيتى ساهمت الدولة فى إنشاء معاهد للدراسات الأقيانوغرافية أهمها معهد موسكو ، ومعهد لننجراد . ومن أشهر السفن السوفيتية التى تستخدم فى الأبحاث الأقيانواغرفية سفينة ميخائيل لمونوسوف (لوحة ٥) .

وعلى الرغم من تقدم صنع سفن الأبحاث الأقيانوغرافية ، إلا أن هذه السفن من الصعب أن تقف ثابتة تماماً فى المحطات المختارة بمياه البحر ، ولذا

قد تتأثر البيانات والقراءات التى تدونها الأجهزة والأدوات بمعامل السفينة تبعاً لتزحزحها من موقعها بالمحطة البحرية . ومن ثم اخترع حديثاً بالولايات المتحدة الأمريكية سفينة ابحاث جديدة تعرف باسم « فيليب Filip » ، بحيث يمكن أن تقف هذه السفينة ساكنة تماماً فى أى موقع بالمحيط وهى فى وضع رأسى (شكل ١٦ ، ب ، حـ) ويبلغ طول السفينة ١٠٨ متر ولها ، زيل يبلغ طوله ٩٠ متر ، وحمولتها نحو ٦٠٠ طن ، وتحتوى على أربعة أدوار تضم معامل الأبحاث الأقيانوغرافية . ويحتوى زيل السفينة على حجرة طولية عظمى يمكن أن تمتلأ بنحو ١٥٠٠ طن من مياه البحر ، فتقف ثابتة فى موقعها دون أن تتحرك . وعند اختيار موقع المحطة البحرية ، ترتفع أجزاء السفينة بالتدريج (تستغرق العملية كلها نحو ١٥ دقيقة) وتمتلأ الحجرة الطولية بالمياه ومن ثم تستقر السفينة بالمياه وهى فى وضع رأسى وقد تبين أنه لو تعرضت هذه السفينة لأمواج أرتفاعها ١٠ أمتار فلا تتزحزح جانبياً من موقعها المختار أكثر من ٧سم . ومن ثم تعد هذه السفينة الجديدة أحسن سفن الأبحاث لأقيانوغرافية التى تستخدم عند إنشاء المحطات الأقيانوغرافية بمياه المحيط وقد سجلت السفينة رقماً قياسياً عندما سكنت فى محطة بحرية بالمحيط الهادى فى وضعها الرأسى لمدة بلغت ٢٧ يوماً دون أن تتزحزح من موقعها . (١)

ومنذ عام ١٩٢٠ بدأ يظهر المنهج الرياضى فى الدراسات الأقيانوغرافية خاصة فى كتابات علماء الأرصاد الاسكتلنديين وغيرهم أمثال جيركينز Jerkens والأستاذ هيلان هانسن Hellan Hansen . وقد ساهمت هذه الدراسات فى تحديد العلاقة المتبادلة بين درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها والعلاقة بين الرياح والأمواج والتيارات البحرية وكيفية تحديد اتجاه حركة المياه وسرعتها . وعلى ذلك فتحت هذه الأبحاث المجال لدراسة التيارات البحرية السفلية فى البحار والمحيطات . ومن ثم يجدر بنا أن نشير إلى أهم الطرق المستخدمة فى الكشف عن قاع البحار والمحيطات والأدوات اللازمة لذلك .

1- Le Courrier, UNESCO., Oct. 1966. P. 18-20.

(١) طريقة الصون وصداه : Sonding Methods

ظلت طريقة قياس أعماق البحار والمحيطات معتمدة على الطريقة البدائية القديمة ، وهى إنزال حبل متين من الكتان يربط فى طرفه ثقل يساعد على حركة نزول الحبل إلى أرضية المحيط . وبلاشك عند قياس أعماق بعيدة (ألف متر مثلا) يحتاج فى هذه الحالة إلى حبل بهذا الطول أو أكثر قليلا ذلك لأنه من الصعب أن يكون الحبل فى وضع رأسى تماماً . وقد استمرت عملية قياس سبر الأعماق بهذا الشكل حتى نهاية القرن التاسع عشر ، إلى أن استخدم علماء بعثة شالنجر البحرية (١٨٧٢ — ١٨٧٦) حبل متين من سلك الصلب الرفيع بدل من الحبال الكتانية . وتحتاج هذه الطريقة إلى جهد مضنى كبير ، ذلك لأنه يلزم بقاء السفينة مدة طويلة حتى تتم عملية إنزال الحبل ثم رفعه ، فضلا عن احتياجها إلى آلات تعمل على شد هذا الحبل الطويل ولفه .

ولا تزال مراكب وسفن الأبحاث الأقيانوغرافية تحمل من بين آلاتها وأدواتها العلمية ، الونش والسلك المرفق به Winches and wires. ويفيد هذا الونش فى أغراض متعددة (١) . فعند قياس درجات حرارة مياه البحر رأسياً ، يستخدم الونش والسلك لإنزال أنابيب المياه مرفق معها الترمومترات الحرارية الخاصة ، وفى هذه الحالة لا يزيد طول السلك الملفوف حول الونش عن ٥٠٠ متر ويتراوح قطره من ٢ — ٣ ملم ويجهز الونش بموتور تتراوح قوته من ٢ — ٣ قوة حصان . أما إذا كانت الأجهزة الأقيانوغرافية المستخدمة ثقيلة الوزن كما هو الحال عند استخدام الجرافات والكباشات لأخذ عينات من رواسب قاع البحر ، ففى هذه الحالة تستخدم أوانش قوية مزودة بموتور يتراوح قوته من ١٠٠ — ٢٠٠ قوة حصان وقد يصل طول السلك إلى ١٥,٠٠٠ متر وهو من الصلب المجلفن ويتراوح قطر هذا

١ — حسن أبو العينين ، وسيد حسن شرف الدين ، « الأقيانوغرافيا الطبيعية » — الاسكندرية — ١٩٦٩ — ص ٣٢٤ .

السلك من ١٠ — ٢٠ مم . ويمكن لهذه الأوناش المختلفة أن تقوم بعمليات إنزال الأجهزة الأقيانوغرافية ، والصعود بها بسرعة تصل إلى حوالى ١٠٠ متر فى الدقيقة الواحدة .

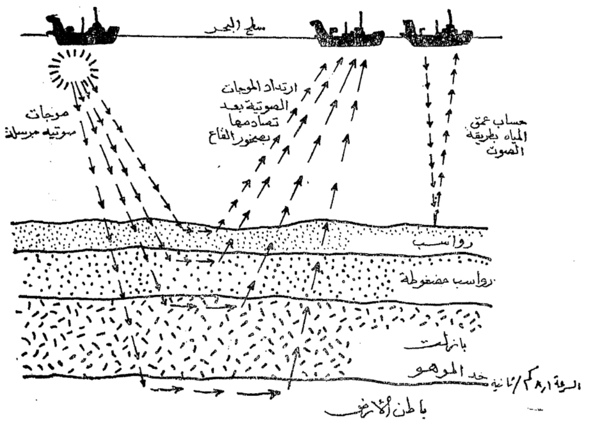
ومنذ عام ١٩٢٠ ، استخدمت طريقة أخرى جديدة لتحديد أعماق البحار والمحيطات ورسم طبوغرافية قاع البحر ، وتعرف هذه الطريقة باسم « قنابل الأعماق » أو « طريقة الصوت » ؛ Sounding . (١) وتتلخص هذه الطريقة فى تفجير قنبلة تحت سطح الماء ، بحيث تنتشر موجات الصوت بالماء فى جميع الإتجاهات (أى موجات غير موجهة) . وعلى ذلك يصبح من السهل استقبال هذه الموجات الصوتية عن طريق محطات ثابتة معلومة الموقع . ويحسب الزمن الذى يستغرقه الصوت عند وصول دقة البندول من السطح إلى القاع ثم عودته ثانية إلى السطح . وحيث إن سرعة الصوت فى الماء معروفة (٢) فإنه يمكن حساب طول المسافة إذا ما عرف الزمن (المسافة = السرعة × الزمن) . وباتباع هذه الطريقة أمكن تعيين أعماق المحيطات من ناحية وتمييز الطبقات الصخرية الصلبة عن تلك الإرسابية اللينة فوق قاع البحار تبعاً للزمن الذى يرتد خلاله الصوت فيها (شكل ٣) .

وحيث إن درجة حرارة مياه البحر تختلف من مسطح مائى إلى آخر وكذلك نسبة الملوحة التى تتغير بكتل المياه المختلفة رأسياً وأفقياً ، فقد أدخلت

---

١ — أول من رجح أستخدام هذه الطريقة هو عالم الطبيعة الفرنسى آراجو Arago عام سنة ١٨٠٧ ، عندما أحدث صوتاً بقاع مركبة فى البحر ، ونتج عن ذلك موجات صوتية أنتشرت فى اتجاهات مختلفة بالماء ووصلت إلى القاع ثم ارتدت ثانية إلى السطح . ولكن لم تستخدم هذه الطريقة بصورة علمية دقيقة إلا منذ عام سنة ١٩٢٠ .

٢ — تبلغ سرعة الصوت فى الهواء نحو ٣٤٠ متر/ ثانية بينما تبلغ سرعته فى الماء نحو ١٤٥٠ م / ثانية .



شكل (٣) تحديد عمق المياه ، وتمييز التركيب الصخرى لقاع البحار باستخدام طريقة الصوت

بعض التعديلات الرياضية لحساب الأعماق بصورة دقيقة بعد وضع كل هذه الإحتمالات فى الإعتبار (١) .

---

١ — تزيد سرعة الصوت فى الماء كلما ارتفعت درجة الحرارة وزادت نسبة الملوحة إلى حد معين . وعلى ذلك تختلف سرعة الصوت فى الماء بإختلاف العمق . أى أن سرعة الصوت فى الماء =

$$\sqrt{\frac{\text{معامل المرونة}}{\text{الكثافة}}}$$

بينما تقل شدة الصوت كلما ابتعدنا عن المصدر (تناسب عكسى مع البعد عن مربع مسافة مصدر الصوت) .

أى أن : شدة الصوت تتناسب $\frac{1}{\text{مربع المسافة عن المصدر}}$

(هذا فى حالة عدم وجود إمتصاص أو إنعكاس للموجات الصوتية) .

ولم يقتصر مجال البحث على تمييز رواسب قاع المحيط بل تحديد طبيعة لتركيب الصخرى أسفل قاع البحار . فعند إنتشار الموجات الصوتية التى تتوغل إلى أعماق بعيدة فى قشرة الأرض، تبين أن سرعة هذه الموجات تختلف من طبقة إلى أخرى ، وذلك يعزى إلى طبيعة التركيب الصخرى لهذه الطبقات (نسبة المعادن الثقيلة العظيمة الكثافة) ، كما تصل الموجات الصوتية ثانية إلى سطح الماء فى أزمنة متفاوتة ومواقع متفرقة . وبتحديد الزمن الذى تستغرقه كل مجموعة من هذه الموجات الصوتية اللاموجهة تمكن الجيولوجيون من تمييز التركيب الصخرى العام لقشرة الأرض وباطنها أسفل قاع البحار والمحيطات . وقد ساهمت هذه الطريقة فى الكشف عن مصايد البترول العظمى فوق بعض الرفارف القارية . ويعتبر الدكتور موريس أوينج M. Ewing مدير مرصد لمونت الجيولوجى عام ١٩٥٠ ، أول من رجح استخدام هذه الطريقة فى هذا المجال الإقتصادى الهام :

وللتغلب على المشاكل التى تواجهها نتائج طريقة الموجات الصوتية المنتشرة ، إخترع العلماء طريقة أخرى تعتمد على إرسال ذبذبات صوتية موجهة وغير مسموعة إلى القاع بواسطة جهاز Echo Sounder ثم استقبالها على نفس هذا الجهاز . ومن حساب الزمن الذى يستغرق خلال إنتقال الموجات الصوتية إلى القاع وارتدادها ثانية إلى السطح يمكن حساب أعماق المياه . وتختلف هذه الطريقة الأخيرة عن طريقة



(لوحة ٧) تسجيل الذبذبات الصوتية (سونوبروب)

الصوت العادية فى أن الموجات الصوتية المنبعثة أو المرسلة عبارة عن موجات موجهة فى نطاق حزمى ضيق ، من السهل تحديد مناطق إرتدادها ، كما يستخدم فى الوقت الحاضر موجات فوق صوتية تصل ذبذباتها إلى نحو ٥٠,٠٠٠/ الثانية . وتسجيل على أجهزة خاصة مباشرة دون سماع صداها بالأذن المجردة . وعلى ذلك أصبح من السهل على سفن الأبحاث أن تقوم بتسجيل صدى الذبذبات الصوتية التى تعكس بدورها صورة عامة عن مورفولوجية قاع البحار ، ويسجل صدى الصوت بهذه الطريقة على ورق خاص ويعرف التسجيل على هذا الورق باسم « سونوبروب » . (لوحة ٧) :

(ب) جمع عينات الرواسب المفتتة من فوق قاع البحار : Sampling

على الرغم من التقدم الملحوظ الذى أحرزته الوسائل الحديثة فى طرق جمع عينات المفتتات الصخرية والرواسب المختلفة من فوق قاع البحر عند الأعماق البعيدة ، إلا أنه لا زالت تتمثل عدة مشاكل فى حاجة إلى إيجاد الحل المناسب لها . فمن الصعب مثلا استخراج عينات كثيرة متعددة من فوق قاع المحيط العميق فى اليوم الواحد ، ذلك لأن عملية استخراجها تلزم وقتاً طويلا وخبرة فائقة حتى تستخرج العينات الإرسابية إلى السطح دون أن تتغير معالمها أو تركيبها الصخرى العام . ومن أهم الأدوات التى تستخدم فى استخراج عينات الرواسب والصخور المفتتة من فوق قاع البحر هى :—

(١) كباشة الاعماق : Orange peel Sampler

وتتركب من أربعة مصاريع من الحديد تشبه شكل البرتقالة عندما تقطع إلى أربعة أجزاء . ويغطيها من أعلى شبكة حديدية نصف كروية الشكل وبها نافذة من السلك لكى تسمح للماء المضغوط بالخروج من مصارع الكباشة ، وحتى يسهل قفلها . وتستخدم هذه الكباشة فى أخذ عينات من فوق الرفارف القارية وبالقرب من السواحل . (لوحة ٨ — أ) .

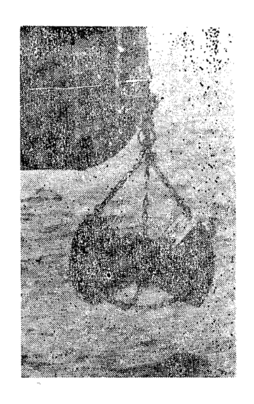
(ب) كباشة باترسون : Van Veen or Patterson grap-sampler

وهى عبارة عن مصراعين كبيرين يمكن التحكم فى فتحهما أو قفلهما بواسطة سلاسل حديدية تربطهما ببعض . وتستخدم هذه الكباشة عند أخذ عينات من الصخور الكبيرة الحجم نسبياً ، كما أنها تعمل على أخذ عينات

الصخور دون أن يتغير نظام ترتيبها أو إرسابها (لوحة ٨ — ب) :



(لوحة ٨ — أ) كباشة الأعماق البرتقالية الشكل في وضع استعداد



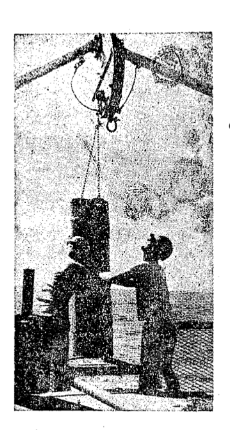
(لوحة ٨ — ب) كباشة بترسون

ج) استخراج عينات من الصخور الصلبة لقاع البحار : Coring

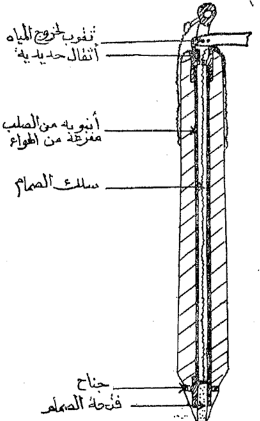
[حيث إن الكباشات لا تجدى إلا عند جمع عينات من الرواسب الصخرية المفتتة ، لذا كان لزاماً اختراع أدوات أخرى جديدة تعمل على استخراج عينات من الصخور الصلبة لقاع البحار أو لجوانب الأخاديد والخوانق المحيطية العظمى . وقد استخدمت لهذا الغرض أنابيب من الصلب مفرغة من الهواء ترسل إلى قاع البحر ، وتندفع في صخوره ، وتعمل على استخراج عمود من الرواسب المختلفة محتفظاً بالنظام العام لطبقات الرواسب . ومن بين هذه الأنابيب الصلبية تلك المعروفة باسم بريمة فلجر Phleger Corer ، ويمكن استخدامها من فوق قوارب الأبحاث الصغيرة ، وبريمة ماكريث Mackereth corer

وهذه تعمل بفعل الضغط الهيدروستاتيكي حيث تتكسر الصخور الصفائية للقاع وتندفع إلى أعلى فى البريمة تبعاً للضغط الواقع فوق الصخور ، إلا أن هذه البريمة تستخدم فقط أثناء العمل فى المياه الضحلة .

وأهم أنواع أنابيب أو بريمات الحفر هى تلك المعروفة باسم « بريمة الأعماق البعيدة » أو « بريمة كولنبرج » . وقد استعمل هذه البريمة كل من ستيسون Stetson عام ١٩٤٦، ثم كولنبرج Kullenberg عام ١٩٤٧ (شكل ٤ ولوحة ٩ — ا) . وأدخل على شكلها العام بعض التحسينات الإضافية التى رجحها موريس أوينج M. Ewing وسليفرمان Silverman عام ١٩٥٢. وتتركب بريمة كولنبرج من أنبوبة صلبية يختلف طولها حسب قطع المواسير الصلبية التى تضاف إليها .



(لوحه ٩ — أ) ماسورة حفر قاع البحار والمحيطات



(شكل ٤) بريمه الاعماق لكولنبرج

ويتميز الطرف الأمامى للأنبوبة بكونة مدبباً وحاداً حتى تسهل عملية تقطيع الصخور الصلبة . وكما يتضح من شكل ٤ ، أن بداخل الأنبوبة صمام مثبت على الحافة القاطعة ومربوط بسلك ، ويركب ثقل كبير فوق أعالى الأنبوبة قد يبلغ وزنه عدة مئات من الكيلوجرامات ويحتوى الجزء الأسفل من الأنبوبة على جناحين مثبت بكل منهما ثقل كذلك ، ويساعد هذان الجناحان على جعل الأنبوبة فى وضع رأسى باستمرار . وعلى ذلك عندما تصل الأنبوبة الصـ ـة إلى قاع البحر ويصطدم طرف حا ـتها المدببة بالصخور ، يندفع السـ ـم إلى أعلى ومن خلفه يرتفع كذلك عمود الرواسب الذى هو عبارة عن عينة رأسية من صخور هذا القاع . وقد نجح كولنبرج عام ١٩٥٢ فى الحصول على عينة رأسية من صخور قاع خليج جولمار بالسو ـد بلغ طولها ٦٠ قدماً.



لوحة (٩ ـ ب) شبكة لتجميع قطع الصخور من فوق قاع البحار والمحيطات

وهناك كذلك مجموعة أخرى من الأنابيب التى تستخدم فى عينات من الصخور الصلبة بجوانب الأخاديد المحيطية ، وتعرف هذه الأنابيب باسم Pipe dredge وتعد هذه جميعاً فى أبسط صورها عبارة عن ماسورة مجوفة تتألف من الصلب المتين ويبلغ طولها نحو ٢ متر وقطرها نحو ٥٠ سم ، وطرفها الأمامى

حاد جداً بحيث من السهل قطع الصخور البلورية الصلبة إذا ما اصطدمت بها :
ومن السهل كذلك تركيب أجزاء أخرى من الماسورات لتكون عموداً طويلا تبعاً للعمق الذى تنزل اليه الماسورة . وقد تزود هذه الماسورات ببعض الحقائب الجلدية المتينة أو بأكياس من سلك الصلب المشبك ، ليجمع فيها بعض الصخور المفتتة والتى تسقط من جوانب الأخاديد المحيطية .
(لـــــوحة ٩ — ب)

(د) تسجيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار والمحيطات :

تقدم صنع الأجهزة الخاصة بتسجيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار منذ بداية القرن العشرين . وفيما يختص بقياس درجة حرارة المياه تستخدم ثلاث مجموعات مختلفة من المقاييس هى : —

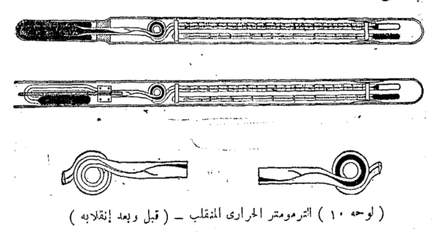
(ا) ترمومترات دقيقة لقياس درجة حرارة المياه السطحية وفى هذه الحالة تؤخذ عينات المياه السطحية من بوتقة صغيرة ثم تسجل درجة حرارتها بمجرد أخذها من الماء وقبل أن تتعرض لعوامل خارجية مختلفة . ويراعى أن تقرأ هذه الترمومترات بـ ١/١٠ من الدرجة بكل سهولة .

(اا) ترمومترات لقياس درجة حرارة المياه السفلية : وهى عادة من أنواع الترمومترات المنقلبة (حيث تعمل على الإحتفاظ بدرجة حرارة المياه لفترة طويلة بعد تسجيلها) ، وتوضع هذه الترمومترات فوق الزجاجات الخاصة لأخذ عينات المياه Water sampling bottles . وعلى ذلك يصبح من السهل أخذ عينة من المياه السفلية ، وفى نفس الوقت تسجل درجة حرارة المياه وهى فى موقعها :

وللترمومتر المنقلب كما يتضح من لوحة ١٠ ، نهايتان ، حيث إنه يحتوى على خزان كبير . ويوجد فى الجزء الأسفل منه كمية من الزئبق ، ويوجد فوق الخزان مباشرة زراع صغير . ويلاحظ أن الزئبق يسير من ثنية دائرية الشكل

وبعدها يتجه فى عمود رفيع على شكل شعرة رأسية دقيقة تتصل بدورها بالجزء العلوى من الترمومتر بأنتفاخ صغير يحتوى على كمية من الزئبق (لوحة ١٠) .

وقد روعى فى إنشائه أن يكون بهذا الشكل ذلك لأنه عند ارسال الترمومتر عند العمق المطلوب فى وضع أستعداد (قبل أن ينقلب) ، فيكون الزئبق بالخزان الرئيسى الأسفل وكذلك فى الزراع الصغيرة والثنية الدائرية و يملأ جزء كذلك من الشعرة الرأسية . ولكن عندما ينقلب الترمومتر ويدور ١٨٠° من موضعه ، فيقف عمود الزئبق عند النقطة التى انقلب فيها ويتجه الزئبق إلى أسفل حيث يملأ الخزان العلوى وبقية الشعرة الرأسية . فيما بين هذا الخزان والنقطة التى انقلب عندها الترمومتر . وعلى ذلك يحتفظ هذا النوع من الترمومترات بدرجة حرارة المياه السفلية لفترة طويلة (١) .



(لوحه ١٠) الترمومتر الحرارى المنقلب — (قبل وبعد إنقلابه)

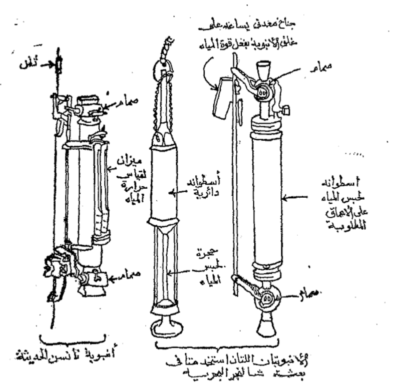
(١١) الثرموجراف : Thermographs

يوضع جهاز الثرموجراف بالمحطات البحرية الواقعة على السواحل أو قد يوضع فوق ظهر السفن . وبواسطة الثرموجراف من السهل تسجيل حرارة المياه عند نقطة معينة سواء أكانت مياه سطحية أو على أعماق مختلفة . وأدخلت على الثرموجراف عدة تحسينات وأصبح يستخدم محله فى الوقت الحاضر جهاز يقوم بتسجيل درجة حرارة المياه العميقة ويعرف باسم ثرموجراف الأعماق Bathy thermograph

وتؤخذ عينات المياه بواسطة أنابيب خاصة من السهل التحكم فى قفلها بإحكام عند أى عمق حتى لاتتغير الخصائص العامة للمياه عند المواقع المختلفة

1- Sverdrup, H. U., (The Ocean...), Prentice-Hall Inc. (1962).

وتبعاً للضغط الشديد الذى قد تتعرض لـه هذه الأنابيب إذا ما وجهت إلى أعماق بعيدة ، فقد روعى أن تدلى إلى أسفل بحيث تكون فوهاتها مفتوحة ، ثم تغلق فوهاتها عند العمق المطلوب بواسطة مرسل كهربائى وذلك بعد أخذ عينة المياه عند هذا العمق (شكل ٥) . ونجح العلماء كذلك فى وضع عدة أنابيب من هذا النوع على طول سلك رأسى واحد يصل بينها جميعاً . وعلى ذلك تدلى الأنابيب وكل منها تأخذ عينة من المياه عند اعماق مختلفة بمساعدة المرسل الكهربائى الذى يتحكم فى غلاق الأنبوبة العليا . وحيث إنه من الضرورى قياس درجة حرارة المياه كذلك عند هذه الأعماق ، لذا فقد زودت كل أنبوبة بترمومتر منقلب ليسجل درجة حرارة المياه لكل عينة. ومن أشهر هذه الأنابيب هى أنبوبة نانسن Nansen bottle (شكل ٥) . ويوضح لوحة ١١ أنبوبة نانسن أثناء العمل بها أى قبل أنقلابها ثم عند دورانها واخيراً بعد إنقلابها وحبسها لعينة المياه من ناحية وتسجيل درجة حرارتها بواسطة الترمومتر المنقلب من ناحية أخرى .



(شكل ٥) أمثلة لبعض الأنابيب التى تستخدم عند أخذ عينات لمياه البحار على أعماق مختلفة

(هـ) طرق قياس الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية :

من المعروف أن الأمواج المتوسطة يتراوح أرتفاعها من ٣ إلى ١٥ قدماً ومن النادر أن يزيد أرتفاع الأمواج عن ٣٠ قدماً ، وفى هذه الحالة الأخيرة تسبب الأمواج كثيراً من الخراب والأضرار بالمناطق الساحلية التى ترتطم عليها . وحيث أن الأمواج هى عبارة عن حركة للمياه السطحية للبحر ، فإنه يمكن معرفة إرتفاعها بالنسبة لأرتفاع مياه البحر (عند حدوثها) عن مستوى سطح البحر . وتستخدم لهذا الغرض عدة أجهزة بسيطة التركيب لتحديد وقياس ميل مستوى سطح البحر وذلك مثل وضع أجسام طافية فوق سطح مياه البحر متصلة ميكانيكياً بجهاز التسجيل . أو باستخدام أجهزة تسجل قوى الدفع المؤثرة على أسطوانة عمودية مثبتة أو على معجل عمودى مثبت Accelerometer بواسطة عوامات سطحية . وهناك أجهزة أخرى يمكن بواسطتها قياس مدى الضغط الواقع على المياه شبه السطحية قبل وأثناء حدوث الأمواج ، وبواسطة هذه الطريقة الهيدروديناميكية يمكن حساب إرتفاع الأمواج . أماتغير منسوب سطح البحر تبعاً لحدوث المدوالجزر فيمكن قياسه بطرق بسيطه خاصة بالقرب من السواحل البحرية .

وفى هذه الحالة تنشأ حجرات أو آبار عمودية بالقرب من خط الساحل ويلصق على جدار البئر لوحة مدرجة بالسنتيمترات أو البوصات وموضح عليها المستوى الثابت لمنسوب البحر (صفر) عند موقع القياس . ويتصل البئر بالبحر عن طريق مجرى تحت الأرض وتمتد منه ماسورة إلى مياه البحر وكثيراً ماتثبت هذه الماسورة الأخيرة بواسطة سلاسل متينه متصلة بعوامة طافية على سطح المياه ومثبتة بهلب فى قاع البحر فعند أرتفاع منسوب مياه البحر بفعل المد ، تدخل مياه البحر عبر الماسورة ومنها إلى البئر أو الحجرة ، ومن ثم ترتفع المياه على اللوحة المدرجة عن المستوى العام لسطح مياه البحر عند هذا الموقع .

ولتلاشى تأثير الأمواج التى قد تؤثر فى منسوب مياه البئر الساحلى ودخولها الماسورة ، فيوضع عموداً طافياً فى البئر يرتفع وينخفض مع أرتفاع منسوب المياه فى البئر الساحلى أو أنخفاضه .

وفى الوقت الحاضر تستخدم معظم الدول المقاييس الآلية التى تسجل أختلاف منسوب سطح البحر تبعاً لحدوث المد والجزر والتى تقوم بتسجيل الأختلاف مباشرة على ورق خاص مقسم بعدد ساعات اليوم .

أما اتجاه التيارات البحرية وقياس سرعتها ، فقد أستخدمت فى البداية طريقة العوامات الطافية ، وهى عبارة عن أقراص من الفلين توضع فى مكان معين من سطح البحر وتراقب لمدة ٢٤ ساعة مثلا ثم يسجل الموقع الذى وصلت إليه العوامة الطافية ومن هذا الموقع الجديد يمكن معرفة الاتجاه الذى سلكته العوامة بفعل التيارات البحرية . وكذلك يمكن حساب سرعة التيارات عند سطح الماء بتحديد زمن وضع العوامة وزمن رفعها من الماء عند موقعها الجديد. وطول المسافة التى قطعتها العوامات فى البحر.

أما الطرق الحديثة فهى تعتمد على قياس سرعة التيار المائى المار بنقطة معينة كدالة للعمق والزمن عند هذه النقطة . هذا إلى جانب طرق حسابية أخرى مثل تحديد أختلاف كثافة مياه البحر والضغط الجوى عند سطح مياه البحر وحساب سرعة التيار المائى ، والطرق الكهرومغناطيسية حيث يكون معدل الجهد الكهربى بين نقطتين فى البحر يتوقف على كمية المياه التى تمر عند كل نقطة ومنها يمكن حساب سرعة التيار المائى . (١) كما ظهرت فى الآونة الأخيرة عدادات مختلفة لقياس سرعة التيارات المائية وأهمها عداد إكمان Ekman meter وجهاز روبرت Robert meter وجهاز كالفن Kalvin ، وجهاز يعرف باسم دوار سافونيس Savonius Rotor

(و) **كرة الاعماق : Bathysphere وغواصة الاعماق : Bathyscaphe**

من المشاكل التى كانت تواجه تصميم أدوات وأجهزة تستخدم للأبحاث

---

١ — حسن ابو العينين ، وسيد حسن شرف الدين «الأقيانوغرافيا الطبيعية» الاسكندرية ١٩٦٩ ص ٢٥٦.

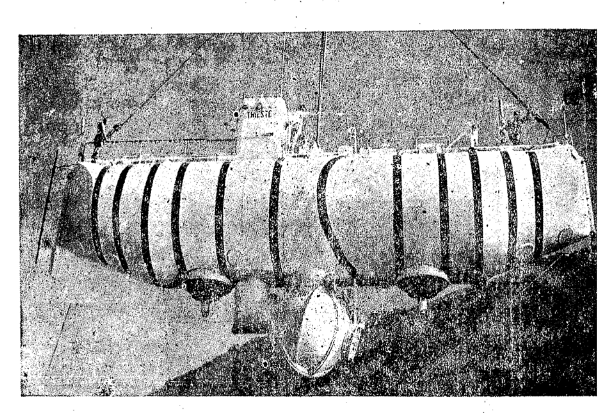
الأقيانوغرافية هى مشكلة تفادى الضغط الشديد الواقع على هذه الأجهزة خاصة إذا ما استخدمت للعمل عند أعماق بعيدة من سطح الماء. وفى عام ١٩٣٠ نجح كل من وليم بيبى W. Beebe، وأوتيس بارتون فى تصميم آلة على شكل كرة تستخدم فى عمليات هبوط الإنسان بها إلى الأعماق البعيدة . وهذا الجهاز الاخير أشبه بكرة مصنوعة من قطعة واحدة من الصلب ويبلغ نصف قطرها ١,٥ متر ، ووزنها ٢٢٥٠ كيلو جرام ، وسمك جدارها نحو٣. ولهذه الكرة الصلبية نوافذ من الكوارتز ومزودة من أسفل بكشافات كهربائية لتزيد من درجة الرؤية فى الأعماق المعتمة. وتوجد بداخل الكرة اسطوانات هوائية يستخدمها قائد السفينة للحصول على الاكسجين اللازم له ، ومزودة من الداخل كذلك بمقعدين للباحثين الذين يجلسان بداخل الكرة .

وعند الإستعمال يدخل الباحثان الكرة وتدلى الأخيرة من فوق سطح السفينة إلى البحر بواسطة سلك شديد من الصلب، وقد أستطاع برتون ، وبيبى عام ١٩٣٤ الوصول إلى عمق نصف ميل من سطح الماء . ثم أدخل بارتون بعض التحسينات على هذه الكرة وأطلق على جهازه الجديد اسم «مكشاف

(الوحة ١١) أنبوبة نانسن المنقلبة لأخذ عينات المياه من الأعماق المختلفة مزودة بالترمومتر الحرارى المنقلب أ ـ قبل انقلابها ب ـ اثناء انقلابها ج ـ بعد انقلابها .

الأعماق » — البنثوسكوب Banthoscope ، واستطاع بواسطتة أن يصل إلى عمق ميل على مقربة من ساحل كاليفورنيا .

ونظراً للصعوبات الناجمة عن إنزال كرة الأعماق ورفعها بواسطة السلاسل أو الأسلاك الصلبية ، أخترع اوجست بيكار السويسرى عام ١٩٤٧ كرة للغطس مصنوعة من الصلب كذلك إلا أنها تتحرك إلى أعلى أو أسفل آلياً وعرفت هذه باسم غواصة الأعماق Bathyscape واشترت البحرية الفرنسية أول غواصة صنعها بيكار ، ونجحت هذه الغواصة من الوصول إلى عمق ١٣ ألف قدم فى البحر الأبيض المتوسط . وفى عام ١٩٥٤ صمم بيكار غواصة أعماق أخرى عرفت باسم غواصة تريست (لوحة ١٢) ، واشترتها منه



(لوحه ١٢) غواصه الاعماق العظمى (تريست)

الولايات المتحدة الأمريكية. وفى ٢٣ يناير ١٩٦٠ نزل بيكار هو وأحد زملائه بهذه الغواصة ووصل إلى عمق ٣٥،٨٠٠ قدم بخانق ماريانا بالمحيط الهادى :

وهكذا أتيحت الفرصة للعلماء دراسة الأحياء البحرية فى بيئتها الطبيعية وتميز سلوكها وطرق معيشتها .

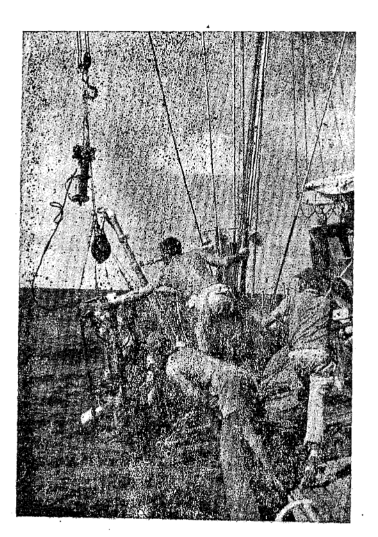
(ز) التصوير الفوتوغرافى للاعماق البعيدة Bottom Photography :

لم يعرف التصوير الفوتوغرافى للأعماق البعيدة بالبحار والمحيطات إلا حديثاً ، حيث كانت هناك عدة صعوبات تحول دون استخدامه ، منها كيفية إختراع آلات تصوير يمكن لها أن تصور فى الأعماق البعيدة المعتمة دون استخدام الأشعة الشمسية بالإضافة إلى تحملها للضغط الشديد الواقع عليها. وقد رفعت معظم سواحل العالم خاصة بعد الحرب العالمية الأولى بالتصوير الجوى Air Photography ولكن التصوير الفوتوغرافى تحت الماء لم يستخدم بصورة علمية إلا منذ نحو عشرين عاماً فقط. وقد ساهم هذا النوع من التصوير على دراسة الكائنات البحرية فى بيئتها الطبيعية :

ومن أقدم الصور الفوتوغرافية التى أخذت على أعماق ضحلة فى مياه البحر هى تلك التى أخذها بوتان Boutan عام ١٩٠٠ . وقد عنى الأستاذ أوينج M. Ewing بإدخال تحسينات على آلات الكاميرا الخاصة بالتصوير تحت الماء ، ونجح عام ١٩٤٠ فى تصوير بعض أجزاء من الرفارف القارية على عمق ١٥٠ قامة لقاع المحيط الهادى :

وفى الآونة الأخيرة تقدم صنع هذا النوع من آلات التصوير ، وزودت معظمها بالإضاءة الألكترونية . وأصبح من السهل استخدامها عند أعماق مختلفة بمياه المحيط . وتعمل الأفلام الخاصة بهذه الكاميرات أوتوماتيكياً ، بحيث يمكن أن تأخذ صوراً متتابعة تلقائياً لقاع المحيط منذ بداية عمل الكاميرا حتى فترة صعودها إلى أعلى : ومن أجمل الصور للأعماق البعيدة تلك التى صورت قاع المحيط فوق أرضية خانق رومانش بالمحيط الأطلسى وعلى عمق يبلغ ٢٥ ألف قدم . وقد ظهر عند هذا العمق كذلك بعض الكائنات البحرية (لوحة ٢١) . ومن هذا النوع من الكاميرات (آلات التصوير) كذلك ،

تلك التي تستعملها القوات البحرية التابعة للولايات المتحدة الأمريكية ، وتعرف باسم Type III, Deep Sea Camera وتركب على سفن الأبحاث الأقيانوغرافيا أوناش خاصة تعمل على تنزيل آلات التصوير فى الماء دون أن تتعرض هذه الآلات لأى خلل. وقد عمل معهد سكريبس الأقيانوغرافى على تصوير أجزاء واسعة من قاع المحيط الهادى باستخدام سفينة أبحاثه المعروفة باسم أطلانتيس (لوحة ١٣) :



(لوحة ١٣) إنزال آلة التصوير الخاصة بتصوير الأعماق البعيدة ، من سفينة الابحاث اطلانتيس التابعة لمعهد سكريبس الاقيانوغرافى

(ع) طريقة الغطس باستخدام رداء خاص والتصوير به تحت سطح الماء :

SCUBA — and SCUBA photography

تعود الانسان منذ القرن الثامن عشر الغطس فى مياه البحار بوضع قبعات معدنية صلبة لحماية رأسه ، وتثبيت أجنحة أو زعانف جلدية فى قدمه تساعده على السباحة ، وذلك عند إنشاء الكبارى والقناطر الواقعة على مجارى الأنهار ولكن لم تعرف طريقة الغطس باستخدام الرداء الخاص الذى يحمى جسم الغاطس من المياه ويحفظه عند درجة حرارة معينة إلا منذ نحو عشرين عاماً فقط . فقد استخدم الغواصون الروس هذه الطريقة عند أخذ عينات من الرواسب فوق قاع البحر الأسود . وإلى جانب ارتداء الغاطس هذا الرداء فقد زود كذلك بالإتصال التليفونى الذى يربط بينه وبين منتظريه على سطح الماء كما تعود رجال البحرية الفرنسية العمل بهذا الرداء الخاص والغطس فى مياه البحر الأبيض المتوسط خلال الحرب العالمية الثانية . وتحسنت هذه الطريقة بعد تزويد الغاطس بأنابيب الأكسجين (التى توضع فوق ظهر الغاطس وتساعده على التنفس بسهولة) مما ساعد الغاطس على أن يبقى فترة طويلة تحت الماء وأن ينتقل من مكان إلى آخر دون أى صعوبة تعوق ذلك (١).

وقد بدأت طريقة الغطس الحديثة (سكوبا) منذ عام ١٩٤٩ ، عندما رجح استعمالها أكوا- لونج Aqua - Lung ثم عظم شيوع استخدامها فى الدراسات الأقيانوغرافية منذ عام ١٩٥١. و قد استعان كل من فيشر Fisher

---

1- Shepard, F, P., (Submarine geology), London, 1963,

يساعد الغطاسون اليوم فى عمليات البحث عن كنوز الذهب فى السفن الغارقة وكذلك عمليات بناء الموانى وحواجز الأمواج والسدود والكبارى ، ومد الكابلات ، فوق قاع البحر واصلاحها وفحص أبدان السفن وازالة العوائق التى قد تتمثل فى الممرات المائية الحيوية (قناة السويس) .
وقد جاء ذكر الغطس تحت الماء فى إلياذة هومير ، ولكن يعد الالمانى اوجستس زيبة عام ١٨١٩ أول من أخترع خوذة الغطس المعدنية المتصلة بسترة جلدية مانعة للماء .

وميلز Mills عام ١٩٥٢ برداء الغطس الحديث عند دراسة الرواسب الصخرية المفتتة التي تقع فوق أرضية أعالي الأخاديد المحيطية ، وأمكن التعرف على التغيرات الفصلية في طبيعة عملية إرساب المفتتات الصخرية نفسها . واستخدمت هذه الطريقة كذلك عند رسم الخرائط المورفولوجية الخاصة بمناطق الرفارف القارية . وقد أرشدت بعض نتائج هذه العمليات على وجود المصايد البترولية العظمى في بعض أجزاء من الرفارف القارية .

ويستعين الغاطس عند نزوله تحت سطح الماء بهذا الرداء المزود بأنابيب الأكسجين ببعض الأدوات الهامة ومنها سكين حاد ، وساعة لا تتأثر بالمياه ، ومطرقة لتحطيم الصخور ، وكيس من الجلد ليضع فيه ما يجمعه الغاطس من عينات صخرية وكائنات بحرية ، ويحتفظ الغاطس كذلك بحلقة خشبية يرفعها إلى أعلى لتظهر فوق سطح الماء كإشارة لمنتظريه إذا ما واجه بعض الصعوبات أو الأخطار .

وقد ساهمت هذه الطريقة في تطور الأبحاث الأقيانوغرافية ، ومكنت الجيولوجي من جمع عينات الصخور والرواسب بنفسه من مواقعها في الطبيعة ، كما نجح البيولوجي في دراسة الكائنات البحرية ببيئتها الطبيعية والتعرف على سلوكها ونظم حياتها . وأصبح من السهل على الباحث كذلك الانتقال

= ويستعمل الغطاس في الوقت الحالي سبعة أشياء ضرورية هي :

١ — مضغة هواء لدفع الهواء اليه .

٢ — خوذة صلبية بنوافذ زجاجية تمكن الرؤية من خلالها .

٣ — سترة غطس مرنة ومانعة لنفاذ الماء ، تتوافق بأحكام على معصميه وأسفل ساقيه .

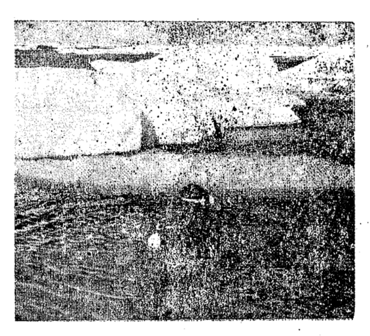
٤ — خرطوم هواء ويجب أن يكون مرن وأن لا ينهار تحت ضغط الماء .

٥ — حذاء ثقيل يساعد على تثبيت قدم الغاطس فوق قاع البحر .

٦ — أثقال من الرصاص (يزن كل منها حوالى ٤٠ رطلا) تشبك بصدر الغاطس وظهره لتحفظه من الطفو إلى السطح .

٧ — خط إنقاذ ، يمكنه أن يتصل بزملائه على سطح البحر عن طريق مجموعة من الهزات متفق عليها . وأحياناً يركب في أجهزة الغطس تليفون لمخاطبة الغطاس مع زملائه على السطح .

من موقع إلى آخر بسهولة وبسرعة ، أى ينتقل من طبقة صخرية إلى آخرى بعد فحص كل منها دون أن تتمثل هنا مشكلة تسلق الحافات الصخرية الشديدة الإنحدار كما هو الحال على اليابس.. بالإضافة إلى ذلك أصبح من السهل الغطس فى المياه الباردة أسفل الجليد ورسم قاع البحار دون أن يتأثر الغاطس ببرودة المياه (لوحة ١٤) .



(لوحة ١٤) طريقة الغطس باستخدام الرداء الخاص (سكوبا SCUBA)

وقد استخدمت طريقة الغطس برداء « سكوبا » عند تصوير بعض الظواهر والكائنات البحرية الغريبة والتى من الصعب تفسير أشكالها لمن لم يسبق أن شاهدها من قبل . كما أمكن الاستفادة من هذه الطريقة عند القيام بعمليات التصوير التلفزيونى المائى . ولكن واجهت عملية التصوير عدة مشاكل من أهمها صعوبة الرؤية لمسافات بعيدة تحت سطح الماء . ولذا أقتصرت عملية التصوير الفوتوغرافى للظواهر الطبيعية والكائنات الحية الصغيرة الحجم والقريبة من موقع الباحث.

يتضح من هذا العرض أن الفكر الأقيانوغرافى قد قفز خطوات سريعة

نحو التقدم منذ بداية القرن العشرين. وقد رأت الهيئات العلمية المختصة بهذه الدراسة في العالم ضرورة تبادل الأفكار والمعلومات بين علماء العالم لكشف أسرار المحيط وخباياه . وبدأ التعاون الدولى لتبادل المعرفة الخاصة بعلوم البحار والمحيطات منذ عام ١٩٠٢ ، تحت إشراف الهيئة الدولية الدائمة لإكتشاف البحار
(Conseil Permanent International pour L'Exploration de la mer)
ويعرف الاسم المختصر لها باسم ICES . وقد اتسعت مهام هذه الهيئة وواجباتها واصبحت تحت إشراف دقيق عالى ، وقسمت إلى عدة هيئات لكل منها أختصاصات محدودة . ونذكر من أهم هذه الهيئات ما يلى :—

ا— الهيئة الدولية لمصايد المحيط الأطلسى الشمالى الغربى (ICNAF)
(International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries)

ب— الهيئة الدولية لمصايد المحيط الهادى الشمالى . (INPFC)
(International North Pacific Fisheries Commission).

جـ — السنة الجيوفيزيقية الدولية (IGY)
(International Geophysical Year).

د — الهيئة الخاصة بالأبحاث الأقيانوغرافية (SCOR)
(Special Committee on Oceanic Research) .

هـ — العرض البيولوجى الدولى (IBP).
(International Biological Program) .

ومع ذلك فقد أقيم أول مؤتمر أقيانوغرافى دولى بمدينة نيويورك عام ١٩٥٩ . وتعهدت أكاديمية العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف « لجنة هاريسون براون Harrison Brown Committee » تقديم مبلغ ٦,٥ مليون دولار ، لصرفها على الأبحاث الأقيانوغرافية خلال فترة عشر سنوات متتالية إبتداء من عام ١٩٦٠ إلى عام ١٩٧٠ . (١)

1- Cowen, R. C., (Frontiers of the sea), London, 1960

الباب الثانى

الفصل الثالث :

ميلاد الكرة الأرضية وتكوين قشرتها الخارجية .

الفصل الرابع :

نشأة مياه البحار والمحيطات .

الفصل الخامس :

تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجيـــة المختلفة .

الفصل الثالث

ميلاد الكرة الأرضية وتكوين قشرتها الخارجية

كوكب الأرض الذى نعيش فوق سطحه، والذى يبهرنا ويزيد حيرتنا بالظاهرات التضاريسية الكبرى التى تشكل هذا السطح ، وكيفية توزيع مسطحاته المائية واليابسة ، وحدوث الحركات التكتونية التى تتولد فى باطنه وانبثاق المصهورات اللافية التى تعدل مظهر سطحه ، ما هو فى الحقيقة الا كوكب صغير من كواكب المجموعة الشمسية التى يتوسط مركزها جميعاً النجم الأعظم — ألا وهو الشمس .

ويبلغ قطر الشمس نحو ٨٦٠ ألف ميل وهى شديدة الحرارة جداً ، بحيث تضىء نفسها ولا تستمد أى ضوء من كوكب آخر. وتبلغ درجة حرارة سطح الشمس نحو ٧٠٠٠ درجة مئوية ، وتزيد تدريجياً نحو باطنها بحيث تبلغ درجة الحرارة فى مركزها ما يزيد عن ٢٠ مليون درجة مئوية . ويحيط بنجم الشمس عشرة كواكب سيارة تدور حولها من الغرب إلى الشرق وتشمل:

عطارد Mercury — الزهرة Venus — الأرض Earth — المريخ Mars — الكويكبات Asteroids — المشترى Jupiter — زحل Saturn — أورانوس Uranus — نبتون Neptune — بلوتو Bluto .

وتبعد الأرض عن الشمس بنحو ٩٣ مليون ميل ، بينما يبتعد عنها عطارد بنحو ٣٦ مليون ميل . ويعد بلوتو أعظم الكواكب السيارة بعداً عن الشمس

حيث يبعدبنحو ٣٦٧٠ مليون ميل.ويلاحظ أن سرعةدورانالكواكب فى مدارها تقل كثيراً كلما بعدت هذه الكواكب عن الشمس . فتبلغ سرعة عطارد مثلا نحو ٣٠ ميل / الثانية ، والزهرة ٢٢ ميل / الثانية ، والأرض ١٨,٥ ميل / الثانية ، بينما تبلغ سرعةدوران الكوكبنبتون نحو ٣٠/٠ميل الثانية وبلوتو نحو ٣ ميل / الثانية ، كما يتضح ذلك فى الجدول الآتى : —

الكوكب	متوسط البعد عن الشمس		طول فترة الدورة الواحدة لكل كوكب بمداره حول الشمس	متوسط سرعة دوران كل نجم فى مداره ميل/ثانية
	وحدات فلكية	ملايين الأميال		
عطارد	٠,٣٨٧	٣٦	٨٨ يوم	٣٠
الزهرة	٠,٧٢٣	٦٧	٢٢٥ يوم	٢٢
الأرض	١,٠٠٠	٩٣	٣٦٥,٢٥ يوم	١٨,٥
المريخ	١,٥٢٤	١٤٢	١,٨٨ سنة	١٥
المشترى	٥,٢٠٣	٤٨٤	١١,٨٦ سنة	٨
زحل	٩,٥٣٩	٨٨٧	٢٩,٤٦ سنة	٦,٥
أورانوس	١٩,١٩٠	١٧٨٥	٨٤,٠٢ سنة	٤
نبتون	٣٠,٠٧٠	٢٧٩٧	١٦٤,٨ سنة	٣,٥
بلوتو	٣٩,٤٦٠	٣٦٧٠	٢٤٧,٧ سنة	٣

ويلاحظ أن الكواكب التى تقع بعيدة عن الشمس تستغرق زمناً طويلا لكى تتم دورة كاملة حول الشمس (تبعاً لبعدها عن الشمس من جهة ، وقلة سرعة دورانها من جهة أخرى) بعكس تلك التى تقع قريبة من الشمس . فبينما يتم عطارد دورة كاملة فى مداره حول الشمس فى مدة تبلغ نحو ٨٨ يوماً ، تدور الأرض فى مدارها حول الشمس فى مدة تبلغ نحو ٣٦٥ يوم . بينما تستغرق دورة نبتون فى مداره حول الشمس نحو ١٦٤,٨ سنة ، وتتم دورة بلوتو فى نحو ٢٤٧,٧ سنة . (١)

وكوكب الأرض صغير الحجم جداً إذا ما قورن بنجم الشمس العظيم

1- Smart, W.M., "The origin of the Earth", Penguin Books, 1959

(يساوى $\frac{1}{300,000}$ من حجم الشمس) أو ببعض الكواكب الأخرى مثل المشترى وزحل وأورانوس . ويشبه مدار الأرض ، مدار الكواكب الأخرى فى أنه شبه بيضاوى أو أهليلجى الشكل elliptical ويبلغ انحرافه eccentricity نحو $\frac{1}{60}$. ويميل محور الأرض عن الاتجاه الشمالى الجغرافى أو الحقيقى نحو ٢٣,٢٧° . ويقل هذا الميل أو يزيد بالنسبة لبقية الكواكب الأخرى فى المجموعة الشمسية .

ويتبع كوكب الأرض قمراً واحداً يطلق عليه اسم « القمر » ، ويبلغ حجمه نحو $\frac{1}{81}$ من حجم الأرض ، بينما لبعض الكواكب الأخرى أكثر من قمر واحد : فالمشترى يتبعه ٩ أقمار وأورانوس يتبعه ٤ أقمار . ويبلغ الوزن النوعى للأرض حوالى ٥,٥ وتقل هذه القيمة قليلا بالنسبة لعطارد والزهرة والمريخ ، بينما تقل كثيراً بالنسبة للكواكب الكبيرة كذلك .

ويشمل الفضاء الخارجى على مجموعة لا حصر لها من الشهب والنيازك Meteors ، التى يؤدى احتكاكها الشديد بالهواء عندما تصل إلى منطقة الغلاف الغازى المحيط بالأرض إلى التهابها ، و بذا يمكن رؤيتها . وكثيراً ما تسقط بقايا الشهب والنيازك على سطح الأرض وتكون مناطق حوضية عظمى ، كما لوحظ ذلك فى بعض أجزاء من غرب الولايات المتحدة الأمريكية وتعمل هذه الشهب بطريقة غير مباشرة على زيادة حجم الكرة الأرضية تدريجياً تبعا لما تضيفه من رواسب ومفتتات جديدة إلى كوكب الأرض .

وتسبح الشهب والنيازك فى الفضاء الكونى بسرعة هائلة إلا أنها تختلف فيما بينها من حيث اتجاه مسالكها . وقد أتضح من دراسة التركيب المعدنى لبقايا الشهب ودراسة اتجاهاتها ومسالكها فى الفضاء كذلك على أن بعضها قد يكون منفصلا عن كتلة الشمس ، بينما قد يعزى بعضها الآخر إلى تكوين مادته من مصادر أخرى . كما وجد أن بعض هذه الشهب تتركب كلية من معادن ثقيلة أهمها الحديد وبعض النيكل وتعرف هذه المجموعة من

الشهب باسم Holosiderites ، بينما يدخل فى تركيب بعضها الآخر صخور ومعادن مركبة وتعرف هذه التركيبات المركبة من الشهب باسم Syssiderites and Sporado Siderites وهناك مجموعة ثالثة من الشهب تتركب أساساً من الصخور فقط ، وأطلق على تركيبها اسم Asiderite . وتعد دراسة الشهب والنيازك فى الوقت الحاضر من الدراسات الهامة إذ أنها قد تلقى بعض الضوء على كيفية نشأة الأرض وتطور نموها. (١)

وقد اتضح من الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيقية الحديثة أن الكرة الأرضية نفسها تتركب من نطاقات مختلفة تزداد حرارة وكثافة من السطح إلى الباطن . ويتكون باطن الأرض Coreمن معادن ثقيلة جداً ، وهو عبارة عن جسم صلب شديد الحرارة متوسط نصف قطره نحو ٢١٦٠ ميل . ويحيط بباطن الأرض طبقة أخرى مركبة من صخور أقل كثافة وحرارة من صخور الباطن ، ويطلق عليها تعبير « الطبقة الغطائية الداخلية» Mantle ومتوسط سمك هذه الطبقة الأخيرة نحو ١٨٠٠ ميل . ويقع فوق الطبقة الغطائية الداخلية أو المانتل ، القشرة الأرضية Crust of the earth و التى أهم ما يميزها أنها مركبة من صخور باردة وأقل كثافة من صخور باطن الأرض . ويطلق على الحد الذى يفصل بين القشرة الخارجية للأرض وطبقة «المانتل » اسم الحد الموهوروفيشى Mohorovicic discontinuity (سمى كذلك تبعاً لاسم العالم اليوغسلافى موهورفيشك الذى اكتشف هذا الفاصل الجيولوجى الهام عام ١٩٠٩) . وتبلغ سرعة الموجات الزالزالية عند هذا الحد الأخير ٨,١ كم/الثانية ، ويقدر متوسط سمك القشرة الأرضية التى يشكلها اليابس والماء نحو ٤٥ ميلا فقط (٢).

١– ا – حسن أبو العينين « أصول الجيومورفولوجيا » دار المعارف الاسكندرية ١٩٦٦ . الطبعة الثانية ١٩٦٨ – الطبعة الثالثة ١٩٧٦.
ب – حسن أبو العينين (كوكب الارض) الطبعة الثالثة ١٩٧٤.
2- Kuenen, P. H. (Marine Geology), New York, (1950).

ومنذ بداية فجر التاريخ البشرى ، وأخذ الأنسان يفكر فى العلاقة بين كوكب الأرض الذى وجد نفسه ساكناً لسطحها والنجم الأعظم ، الشمس الذى يمد هذه الأرض بالحرارة والضوء فيبعث فيها الحياة . كما حاول الأنسان كذلك أن يوضح صلة الربط بين كوكب الأرض وبين الأقمار الصغيرة والكويكبات التى تتلألأ فى فضـاء السماء ، وتسبح فى مدارات مختلفة .

وقد ساهم الفراعنة فى تقدم علم الفلك ، ووضع أسسه العامة ، وبذلوا محاولات جدية لرصد النجوم والأقمار ، وتتبع حركاتها ، والأزمنة والفترات التى تظهر خلالها بالمواقع المختلفة ، وأعتبر إخناتون الشمس إلهاً وأمر بعبادة هذا النجم العظيم الذى تدين له الأرض بحياتها ووجودها .

ولم يقتصر تفكير الأنسان على دراسة العلاقة بين الأرض والكواكب الشمسية الأخرى ، بل حاول كذلك معرفة الزمن الذى نشأ فيه كوكب الأرض أو بمعنى آخر عمره التقريبى من ناحية، ثم دراسة ظواهر سطح الأرض من ناحية أخرى . ويجد القارىء فى سجلات الأحداث التاريخية القديمة لحضارات الأنسان فى أجزاء متفرقة من العالم شرحاً مستفيضاً يناقش كيف بنيت الجبال وأمتدت البحار ، وإنشقت الأنهار ، وظهرت البراكين ، وتكونت صخور الأرض المتنوعة ، والتى يعيش على سطحها ذلك الأنسان العاقل الذى أمكن له أن يسخر معظم ما يحتويه هذا الكون لخدماته وقضاء حاجاته .

وقد حاول رجال الدين الهندوسى تفسير نشأة الكون تبعاً لما جاء فى كتابهم المانوسيمترى Manusn itri المقدس ، والذى تم جمعه فى القرن الثانى قبل الميلاد . وقد جاء فى هذا الكتاب أن عمر كوكب الأرض يبلغ نحو ٢ بليون عام . وفسر رجال الدين المسيحى نشأة الأرض تبعاً لتعاليم الإنجيل وما جاء فيه بخصوص «خلق الأرض».وحدد الكاهن جيمس أوشر James Ussher فى القرن السابع عشر الميلادى عمر كوكب الأرض ، وأكد أن هذا الكوكب

خلقه الله عام ٤٠٠٤ سنة قبل الميلاد . ومن الغريب أن آراء هذا الكاهن ظلت واسعة الانتشار فى القارة الأوربية دون أن يتناولها المفكرون بالنقاش والجدل حتى عام ١٦٥٠ ميلادياً . (١)

وساهم الفلاسفة الأغريق فى تفسير نشأة كوكب الأرض ، والنظام الدقيق الذى تتبعه بقية الكواكب الأخرى فى الفضاء الكونى . ومن بين أظهر هؤلاء الفلاسفة نذكر فيثاغورس ، وطاليس ، وأرسطوطاليس ، وأصحاب المدرسة الميتافيزيقية (فيما وراء الطبيعة) . ولكن أعتمدت دراساتهم فى تفسير نشأة الأرض وخلق الكون وفقاً لتأملاتهم الشخصية واتساع أفق خيالهم . فمنهم من ذكر أن العالم مكون من «عدد ونغم» . أو بمعنى آخر ، إن أهم ما يقوم عليه محتويات العالم وسير حركته هو النظام الدقيق الذى تتبعه كل العناصر التى تكونه . بينما أعتقد الآخرون أن هذا العالم تكون من تفاعل عناصر مختلفة مع بعضها عملت على تكوين مواد جديدة وتشكيل ظاهرات مختلفة وأهم هذه العناصر الأساسية التى تدخل فى تركيب الكون هى النار ، والماء ، والتراب ، والهواء .

وفى منتصف القرن السابع عشر الميلادى بدأ يتشكل علم الجيولوجيا وتحللت دراساته من المؤثرات الدينية ، وأعتمدت نتائج أبحاثه على المناهج العلمية المختلفة . ثم تضافرت بعدذلك أفرع مختلفة من العلوم أهمها علم الفلك والجيولوجيا ، والأقيانوغرافيا ، والجيومورفولوجيا ، لتفسير نشأة الأرض والظواهر التضاريسية الكبرى التى تتمثل فوق سطحها.

وفى عام ١٧٥٥ ، ظهرت نظرية إيمانويل كانت Immanuel Kant(٢) وقد كان إبان هذه الفترة أستاذاً للفلسفة وعلم الفلك بجامعة كونجزبرج Konlgsberg University. وأوضح «كانت» أن المجموعة الشمسية كانت تتركب كلها من مجموعة هائلة من أجسام صلبة معتمة صغيرة الحجم جداً ، تسبح

---

١ ــ حسن أبو العينين « أصول الجيومورفولوجيا » دار المعارف الاسكندرية ١٩٦٦ . الطبعة الثانية ١٩٦٨ ــ الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

2- Immanual Kant, "A general theory of the Heavns-or- Essay on the mechanical structure of the universe", 1755.

فى الفضاء بسرعة عظيمة .وتبعاً لأصطدام هذه الأجسام وأحتكاك أجسامها بعضها ببعض ، تولدت حرارة شديدة عملت على صهر هذه الأجسام ، ثم تكوين السديم الذى أخذ يبرد ويتجزأ إلى كتل صغيرة كونت كل منها بعض أفراد المجموعة الشمسية .

وقد أكدهذه النظرية العالمالفرنسى لابلاس Pierre S, de Laplace عام ١٧٩٦ ، وأوضح أن المجموعة الشمسية كانت تتركب أصلا من السديم (جسم غازى متوهج عظيم الحجم) . وعندما تعرض السديم لفعل البرودة تقلصت أجزاء كبيرة منه وأنكمشت تدريجياً . وساعدت عملية دوران كتل السديم حول نفسها إلى إنبعاج المناطق الإستوائية بها ، ثم إنفصال هذه الأجزاء المنبعجة (عندما تزداد قوة الطرد المركزية عن قوة الجذب) ،مكونة كواكب المجموعة الشمسية . وظهرت فى أوائل القرن العشرين نظريات أخرى جديدة تحاول تفسير نشأة الأرض ، وكيفية ميلاد المجموعة الشمسية . ومن بين هذه النظريات : —

١ ـ **نظرية توماس تشمبرلين ، وفورست مولتن :**
T.C. Chamberlin, and F.R. Moulton :

رجحت هذه النظرية عام ١٩٠٥ ، وعرفت باسم نظرية الكويكبات Planetesmial Theory.وأوضح أصحابها أن أفرادالعائلة الشمسيةانفصلت عن الشمس نفسها (ولم تتكون من جسم السديم كما رجح لابلاس من قبل) تبعاً لمرور نجم عظيم الحجم بالقرب من مدار الشمس الأولية Primitive Sun . ونتج عن ذلك إنبعاج جسم الشمس الأولية ، وعندما تعرضت هذه الأجزاء المنبعجة للبرودة التدريجية ، انفصلت عن الشمس الأولية وكونت الكواكب السيارة التى بردت أجسامها كثيراً عن جسم الشمس الملتهب .

وقد رحبا كل من هارولد جيفريز ، وجيمس جينز عام ١٩٢٩ ، — H. Jeffreys and J. Jeans بهذه النظرية السابقة ، ولكن رجحا أن كواكب المجموعة الشمسية لم تنفصل عن جسم الشمس نفسها ، بل تألفت من العدود

الغازى الذى تكون على شكل لسان طولى فيما بين الشمس والنجم السيار العظيم الذى أقترب من مدار الشمس . (١)

وقد عارض العالم الفلكي الأمريكى ليمان سبتزر Lyman Spit er, Jr. نظرية النجم السيار العظيم .وأوضح سبتزر أن أى مواد تنفصل عن جسم الشمس لابد وأن تتطاير فى الفضاء الكونى على شكل مفرقعات عظمى تبعاً للضغط الشديد الذى تتعرض له أجسامها . وتحت هذه الظروف وجد أنه من الصعب أن تتكون أقماراً منفصلة أساساً من جسم الشمس ذاتها .

كما أكد الأستاذ سمارت W,M,Smart عام ١٩٥٩ ، بأن أى نظرية ترجح لكى تفسر نشأة كواكب المجموعة الشمسية ، لا بد أن يضع صاحبها فى الإعتبار أن نشأة هذه الكواكب ، لا ترتبط بجسم الشمس ذاته ، ذلك لأن أجسام هذه الكواكب تختلف معادنها عن جسم الشمس . وأوضح سمارت كذلك أن نجم الشمس العظيم يبدو بعيداً جداً عن مجموعة هذه الكواكب السيارة الصغيرة المتقاربة فيما بينها . ويعد أقرب كوكب منها للشمس هو آلفا سنتورى Alpha Centauri ، الذى يبعد عن الشمس بمسافة يبلغ طولها نحو ٢٥ مليون ميل أى نحو ٤,٥ سنة ضوئية ، ويلى ذلك كوكب عطارد الذى يبعد عن الشمس بمسافة طولها ٣٦ مليون ميل .

٢ ـ نظرية الشمس التوأمية : The Binary Star Theory

رجح هذه النظرية العالم الفلكى راسيل H. N. Russell عام ١٩٢٥ ، لكى يفسر تكوين أفراد العائلة الشمسية من نجم آخر غير نجم الشمس الأصلى العظيم Primitive Sun . وعلى ذلك أوضح راسيل أن شمسنا الحالية كانت عبارة عن زوجين أو توأمين متقاربين فى مدارهما وتكونت المجموعة الشمسية من أحد

١ ـ للحديث عن هذه النظريات راجع :

a - Wooldridge, S W, and Morgan, R, S., "An outline of geomorphology .." London, (1960), 1-7.

b - Smart, W, M., " The origin of the Earth ", a Pelican Book

c - Read, H. H, and J. Watson, "Introduction to geology" London (1962) p. 45 - 43.

d - Cowen, R. C.. 'Frontiers of the sea" London (1960) 52-61.

هـ ـ محمد متولى موسى « وجه الأرض » القاهرة ـ ص١٥ .

و ـ حسن ابوالعينين (كوكب الارض) الطبعة الثالثة ـ الاسكندرية ١٩٧٤

هذين التوأمين ، بينما احتفظ التوأم الآخر (شمسنا الحالية) بصورته التى يبدو بها اليوم .

وحقق هذه النظرية الدكتور ليتلتون R. A. Lyttleton عام ١٩٣٦ . وأوضح أنه كان للشمس الحالية توأم آخر يبلغ نصف قطره طول المسافة التى تمتد بين زحل وأورانوس ، أى نحو ١٧٠٠ مليون ميل . وعلى أساس أن كتلة هذا النجم التوأم كانت مماثلة تماماً لكتلة الشمس ، على ذلك فتستغرق فترة دوران هذا الكوكب حول نفسه دورة كاملة نحو ٥٠ سنة ، ويسير بسرعة تبلغ نحو ٦ ميل الثانية فقط . وعندما تعرض هذا الكوكب الشمسى التوأمى لمرور نجم آخر سيار ، يسير بسرعة ٢٠ ميل/الثانية ، نتج عن ذلك تكوين العمود الغازى ، الذى أخذ يبرد بالتدرج وكون المجموعة الشمسية .

وحاول كل من روس جن Ross Gunn وبنارجى A. C, Benerji تفسير كيفية تكوين الكواكب التوأمية فى نظرية عرفت باسم نظرية إنشطار الكواكب The Fission Theory وتتخلص هذه النظرية فى أن الكواكب الكبرى تدور حول نفسها ، وينجم عن ذلك تعرضها للبرودة التدريجية ويعظم تقلص جسامها ، وعلى ذلك قد تفقد الكواكب تماسك أجزاء أجسامها ، ومن ثم ينشطر كل منها إلى كوكبين أو أكثر ، مكونة الكواكب التوأمية أو الكواكب المزدوجة .

أما الأستاذ هانز الفيفن Hannes Alvèn فقد رجح أن عملية انفصال الكواكب الشمسية بعضها عن بعض لا يعزى إلى أثر فعل القوى الميكانيكية Mechanical Forces (قوى الجذب — قوة الشد — قوة الطرد المركزية) ، ولكنها قد تعزى إلى أثر فعل القوى الكهروبائية المغناطيسية (١) التى تتولد داخل أجسام العائلة الشمسية . وتتحكم طبيعة هذه القوى فى عملية إنشطار بعض الكواكب ، ثم تحديد مواقعها ومراكزها فى الفضاء الكونى ، وتشكيل طبيعة مداراتها .

1- Smart, W. M., "The origin of the Earth" a Pelican Book (1959).

٣ ـ نظرية فايسكر ـ أو نظرية السحب السديمية :

The Nebular-Cloud Theory.

رجح فون فايسكر Von Weizsacker هذه النظرية عام ١٩٤٤ . وهى تشابه تلك التى رجحها سيمون دى لابلاس عام ١٧٩٦ مع إضافة بعض الأقتراحات الجديدة عليها . ويعتقد فايسكر أن المجموعة الشمسية بما فيها الشمس كذلك كانت تتألف من سحب هائلة من السدم التى تسبح فيها الغازات والغبار الكونى والمواد المعدنية الدقيقة الحجم جداً . وتشبه هذه السدم تلك السحب القرصية التى تحيط بكوكب زحل اليوم . ويوضح فايسكر أن السديم ظاهرة ليست غريبة بل هى موجوده فعلا فى الفضاء الكونى ، ومنها السدم العظمى الموهجة Great Nebulae in Orion والسدم القاتمة المعتمة Dark Nebulae وأشهرها سحب «جوالات الفحم» Coal-SackNebulae . وتعد هذه السدم عظيمة الحجم جداً حيث يذكر الأستاذ سمارت W. M. Smart عام ١٩٥٩ بأنه لو تصادف دخول شمسنا الحالية إحدى مجموعات هذه السدم العظمى فلا تخرج من الجانب الآخر لها ، إلا بعد مضى مئات الآلاف من السنوات . وتبعد هذه السدم عن كوكب الأرض ببضعة آلاف من السنوات الضوئية . (١)

وعلى ذلك يعتقد فايسكر أن المجموعة الشمسية كانت تتألف من بعض أجزاء إحدى هذه السدم التى أخذت تسبح فى الفضاء الكونى وتبتعد عن موقعها الأصلى ؛ ثم نتيجة لعمليات البرودة التدريجية التى تعرضت لها بعد أن انفصلت من السدم العظمى أخذت تدور حول نفسها . وتبعاً لقوى الاحتكاك الناتجة عن فعل تصادم أجزاء المواد الصلبة بالسدم ، تولدت قوى حرارية عظمى عملت على تفتيت جسم السديم إلى أجزاء صغيرة ، وكل بدورها أخذ يبرد بالتدريج وتكونت بذلك أفراد المجموعة الشمسية :

٤ ـ نظرية ميلاد نجم جديد : The Nova Theory

رجح هذه النظرية الأستاذ هويل (٢) F. Hoyle عام ١٩٥٠ : وأوضح

1 - Smart, W. M., "The origin of the Earth" a Pelican Book, (1959), p. 2?2.

2 - Hoyle, F., (The nature of the Universe), London, 1950.

هذا الباحث أن الفضاء الكونى يشتمل على مجموعات هائلة من الكتل السديمية . وتبعاً للاضطرابات النووية داخل أجسام هذه السدم ، ينبثق منها أحياناً أقمار كونية صغيرة تتألف من كتل غازية موهجة . وعندما تبرد هذه الأقمار بالتدريج ، تفقد قوتها وتتحول إلى كتل متقلصة معتمة ، ثم قد تنجذب ثانية نحو جسم السديم الأعظم . وقد أوضح هويل كذلك بأنه فى عام ١٥٧٢ م ، ظهر نجم جديد فى الفضاء الكونى باسم Tyeho Brahe's Nova وظل هذا النجم مضيئاً بشدة لمدة عدة أيام متوالية وشاهده الناس بالعين المجردة أثناء الليل و النهار . ولكن تلاشى هذا النجم بعد ميلاده بأيام معدودات فقط ويرجح أنه أنجذب ثانية صوب جسم السديم الذى أنفصل عنه . وفى عام ١٩١٨ ، ولد نجم جديد آخر هو Nova Aquilae ، وقد كان هذا النجم أعظم النجوم لمعاناً فى الفضاء الكونى حتى نهاية العام الذى ظهر خلاله ، وأصبح ليس له وجود فى وقتنا الحالى .

ولم يفسر الأستاذ هويل ذكيفية حدوث التفاعلات النووية Nuclear reaction داخل أجسام السدم ، وأسباب اختلاف طبيعة هذه التفاعلات من سديم إلى آخر . كما لم يوضح دورة هذه التفاعلات والنتائج التى تنجم عن حدوثها فى كل دورة أو مرحلة . ويذكر « هويل » أن من أحسن أمثلة السدم الموهجة luminous Nubulae هو « سديم الكابوريا » Crab Nebula وأكد هويل أن حجم هذا السديم الأخير لايزال آخذاً فى الإزدياد التدريجى المستمر بمعدل ٨٠٠ ميل / الثانية وأنه يقع على بعد نحو ٤٠٠٠ سنة ضوئية من الأرض .

وتبعاً لتفسير «هويل» فإن أفراد المجموعة الشمسية ما هى إلا انبثاقات تفجرت من جسم السديم العظيم الذى يبعد كثيراً عن مواقع هذه الكواكب . وحيث انفصلت هذه الكواكب منذ زمن بعيد لذا فقد تلاشت لمعانها وضوئها وبردت بالتدريج ، ثم شكلت هذه السدم طبيعة تركيبها المعدنى ونظام ترتيب هذه المعادن داخل أجسامها . وساعدها فى ذلك عملية دوران هذه الكتل حول نفسها بعد أن تعرضت للبرودة التدريجية . كما ساهمت قوى الجذب بين هذه

الأقمار على الاحتفاظ بمواقعها الحالية دورانها حول نفسها فى مدارت خاصة فى الفضاء الكونى .

أما العالم الكيميائى هارولد أورى H.C.Urey (١)فقد أوضح أن أفراد المجموعة الشمسية كانت عبارة عن سحب غازية ينتشر فيها المواد الصلبة الدقيقة الحجم ، وكانت تحيط بالشمس الأصلية على شكل قرص غازى مستدير الشكل A disk around the primtive sun وأعتقد أورى أن جسم الشمس الأولية كان أكثر استقراراً بالنسبة للأطراف الهامشية للشمس . وعلى ذلك تعرض هذا القرص الغازى المستدير لعمليات التفتيت والتقسيم ، وتباعدت كتل غازية عن بعضها . وتبعاً للخصائص العامة للمواقع الجديدة التى أحتلتها الكتل فى الفضاء الكونى أن تعرضت لعمليات البرودة التدريجية ، وتكونت كواكب المجموعة الشمسية .

ويذكر «أورى» إن أهم المواد التى تدخل فى تركيب هذه الكتل الغازية هى السلكيات ، والحديد ، والمياه ، والنشادر . وتبعاً لعمليات البرودة التدريجية تكاثفت المياه وغاز النشادر بينما تألف مركز هذه الكتل من النيكل والحديد والمواد التى لازالت منصهرة حتى اليوم كما هو الحال بالنسبة لكوكب الأرض .

وعلى الرغم من تعدد الآراء والنظريات التى قدمت منذ بداية هذا القرن لتفسير نشأة المجموعة الشمسية ، إلا أنه كما يذكر الأستاذ سمارت W M Smart بأننا ربما سوف لا نعلم الطريقة الحقيقية التى تكونت بها كواكب هذه المجموعة وكيف جاءت إلى الوجود (٢) .

(It is quite possible that we shall never know beyond a shadow of a doubt, how the planetary system came into existence).

كما ذكر العالم هارولد أورى عام ١٩٥٢ ، أنه عند تعرض الباحث لمشكلة نشأة الأرض وتفسير ميلادها يجد نفسه فى حاجة ماسة إلى معجزات إلهية

1- Urey, H G,' (The planets. their origin and development), Oxford Univ. Press, (1952)

(حاز العالم الكيميائى هارولد أورى على جائزة نوبل فى علم الكيمياء عام ١٩٣٥)

2- Smart, WM, (The origin of the Earth), (1959), p. 180

تساهم معه فى هذا التفسير مهما كانت دقة المناهج العلمية التى يستعين بها .

الزمن الفلكى لميلاد كوكب الأرض :

لا تتماس الفترة الزمنية التى ولد فيها كوكب الأرض بالمقاييس الزمنية الجيولوجية بل تبعاً لطولها العظيم تقدر بالمقاييس الفلكية . وتبعاً للدراسات الحديثة لحساب كمية النشاط الإشعاعى التى تنبعث من الشمس والعلاقة بينها وبين بقية كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها رجح العلماء أن عمر كوكب الشمس يبلغ نحو ٦ بليون سنة . وقد استنتج العلماء الزمن البعيد الذى تكونت إبانه قشرة الأرض الخارجية باستخدام الساعة الذرية The Atomic Clock فى قراءة تأثير فعل العناصر الطبيعية المشعة مثل اليورانيوم Uranium والثوريوم Thorium والرابيديوم Rubidium والبوتاسيوم Potassium. فقد تبين أن هذه العناصر تتحلل تلقائياً فى الصخور القديمة بدرجات متفاوته وينجم عنها عناصر أخرى . وبتحليل مثل هذه المعادن وإيجاد النسبة بين اليورانيوم الموجود فى الصخر مثلا والرصاص الذى ينتج عادة عن إنشطار اليورانيوم ، فإنه يمكن الوصول إلى معرفة الزمن الذى تكون خلاله. وبواسطة هذه الطريقة قدر العمر الجيولوجى لبعض صخور حتب ما قبل الكمبرى من عدة مناطق مختلفة ، وتكون بعضها منذ نحو ١٨٥٠ مليون سنة . كما تبين أن عمر صخور الجرانيت Shap granite فى منطقة ليك ديستريكت Lake District بإنجلترا على أساس حساب كمية البوتاسيوم الممثلة فى الصخور ، يتراوح من ٩٠–٣٨٠ مليون سنة . وأكدت نتائج دراسات علم الطبقات صحة هذا التقدير. أما الصخور المتحولة فى شرق الولايات المتحدة الأمريكية والتى تحتوى على معادن الزركون فتبين أن عمرها يبلغ نحو ١١٠٠ مليون سنة ، بينما تلك التى تحتوى على معادن البيوتيت biotite تبلغ عمرها نحو ٣٠٠ مليون سنة (١) . وعلى ذلك يمكن القول أن

1- Read, H H, and Watson, J. (Introduction to geology) vol 1 (London, 1962, 48 - 50

القشرة الخارجية لكوكب الأرض تكونت منذ نحو ٤٠٠٠ – ٥٠٠٠ مليون سنة على الأقل ؟

نهاية سلسلة التطور لكوكب الأرض :

يتضح مما سبق أن العلماء حتى عصرنا الحديث عجزوا عن إيضاح العوامل التى أدت إلى ميلاد كوكب الأرض ، وكيفية تكوين قشرته الخارجية ، فضلا عن ذلك فإنهم لا يدركون تماماً الصورة النهائية له والتى تمثل نهاية سلسلة التطور لهذا الكوكب الذى نعيش عليه .

ويعتقد بعض العلماء أن كوكب الأرض يسير الآن فى دورة بطيئة من التطور ، تستغرق مراحلها بلايين السنين . وفى خلال عشرة بلايين من السنين سوف تنعدم الحرارة المنبثقة من الموارد الباطنية المشعة ، ويتجمد الغلاف الخارجى وطبقة المانتل تماماً ، وينجم عن ذلك انخماد الثورانات البركانية وانعدام حدوث الحركات التكتونية العظمى ويقل ظهور أثرهما على سطح الأرض عن ذى قبل . وعلى ذلك من المنتظر أن يعظم فعل عوامل التعرية فى تشكيل سطح كوكب الارض ، وربما تعمل هذه العوامل على تسوية سطح الأرض تماماً ، ومعنى ذلك سيتغطى الجزء الأعظم من اليابس بالمسطحات المائية حتى إذا لم تتغير حجم مياه البحار والمحيطات ومنسوبها عما هو عليه اليوم .

ويجب أن نضع فى الإعتبار أن مراحل تطور كوكب الأرض ليست قاصرة على هذا الكوكب فقط ، بل ترتبط كذلك بمراحل تطور الكواكب الأخرى وخاصة الشمس . ويرجح بعض العلماء أنه فى خلال عدة بلايين من السنين فى المستقبل سيكون لتطور نمو كوكب الشمس العامل الأكبر فى تشكيل كوكب الأرض وتطوره من جديد . وتحرق الشمس الآن كميات هائلة من قواها النووية ، وفى فترة قادمة (مرحلة الشباب) عندما تستنفذ الشمس ما تحتويه من غازات الأيدروجين ، ويقل نشاطها النووى ، من المنتظر أن يزداد حجمها بالتدريج ويزداد بريقها ولمعانها إلى أن تصبح نجماً هائلا أحمراً A red

وفى مرحلة الشيخوخة بالنسبة لتطور نمو الشمس وبعد أن giant star تكون قد خمدت عمليات نشاطها النووى ستصبح ، شمساً بيضاء عظيمة الاستدارة وتعظم درجة حرارة الأشعة الحرارية المنبثقة منها وذلك فى فترة زمنية لاتقل عن مئات البلايين من السنين . ومعنى هذا أن درجة حرارة مياه البحار والمحيطات ستصل إلى درجة الغليان ، وسيحيط بكوكب الأرض هالة عظمى من السحب كتلك التى تحيط بكوكب الزهرة اليوم .

وهناك فئة أخرى من الفلكيين يعتقدون أن الشمس قد بدأت دورة الشباب فعلا حيث تبين إن درجة لمعان الشمس الآن أكثر بنحو ٢٥٪ عما كانت عليه فى بداية نشأة الأرض ، وأن قطر الشمس فى إزدياد تدريجى مستمر . بل يرجح بعضهم أن الشمس ستصبح نجماً هائلا أحمر خلال ثلاثة بلايين من السنين القادمة .

الفصل الرابع

نشأة مياه البحار والمحيطات

تضاربت آراء الباحثين عند تفسير كيفية توزيع اليابس والماء وتصور بداية ميلاد الأحواض المحيطية العظمى ثم امتلائها بمياه البحر . ويعزى هذا التضارب إلى أن نشأة الأحواض المحيطية ترجع إلى أزمنة فلكية بعيدة وليست هناك أدلة جيولوجية يقينية يهتدى بها الباحثون عند نسجهم خيوط هذا الماضى البعيد فى سلسلة تطور قشرة الأرض . فتطور أشكال أبعاد المسطحات المائية وتوزيع اليابس والماء بدأ يظهر على مسرح كوكب الأرض منذ أكثر من ١٣٠٠ مليون سنة ، أى منذ بداية مولد القشرة السطحية الخارجية للأرض بينما عمر الإنسان على سطح الأرض مثلا ، لايزيد عن المليون سنة الأخيرة .

وعلى ذلك آعتمدت الدراسات الخاصة بنشأة البحار والمحيطات وتوزيع اليابس والماء فى بداية الأمر اعتماداً جوهرياً على مدى براعة خيال الباحث ، ثم تلى هذه المرحلة ظهور نظريات أخرى حاولت جاهدة تفسير توزيع اليابس والماء على أساس مدى تشابه التركيب الصخرى ونظام بنية الطبقات ومجموعات الحفريات فى قارات العالم المختلفة وخاصة على طول السواحل المحيطية . بينما حاول بعض الباحثين الإعتماد على أدلة خارجية ، بعيدة عن كوكب الأرض نفسه ، وإيضاح العلاقة بين كل من سط الأرض مثلا وسطح القمر . ولذا فقد تعددت الآراء ، واقترح حتى اليوم عشرات النظريات التى تبذل سعيها لتفسير نشأة الأحواض المحيطية من جهة وكيفية توزيع اليابس

والماء بصورته الحالية اليوم من جهة أخرى . وإن دل تعدد هذه النظريات على شئ فإنما يدل على أننا حتى اليوم لم نعرف بعد ، الصورة الحقيقية التى تكونت بها قشرة الأرض الخارجية والعوامل التى ساهمت فى تشكيل ظواهرها الكبرى .

١ ـ نظرية فجنر ـ زحزحة القارات : Continental drift theory

رجح فجنر Wegener الألمانى عام ١٩١٤ ، أن قارات العالم اليوم كانت خلال العصر الكربونى ، أجزاء من قارة كبرى واحدة هى كتلة بنجايا Pangaea وكانت هذه الكتلة الأخيرة تتكون من قارتى أنجارا وأرتكس فى الشمال وقارة جندوانا فى الجنوب ، ويفصل بينهما بحر تثس. وتتألف صخور هذه الكتلة العظمى من مواد صخرية ذات معادن خفيفة ترتكز فوق صخور سيالية أعظم كثافة نسبياً . وفى خلال العصر الكربونى الأعلى تعرضت هذه الكتلة لحركات شد عظمى ، فإنفصلت قارة أرتكس عن قارة أنجارا ، كما انفصلت أمريكا الجنوبية عن الجانب الغربى لقارة جندوانا ، واستراليا عن الجانب الشرقى منها . ثم أخذت تتزحزح هذه القارات الجديدة فوق صخور السيما إلى أن أستقرت فى مواقعها التى تحتلها اليوم (١) . وقد أعتمد فجنر عند بناء هذه النظرية على الحقائق الآتية : ــ

١ ــ تشابه التركيب الصخرى والتطور الجيولوجى لأجزاء قارة جندوانا القديمة (شرق أمريكا الجنوبية ــ النصف الجنوبى من أفريقية ــ شبة القارة الهندية ــ أستراليا ــ أنتارتيكا) .

٢ ــ تشابه التاريخ الجيولوجى للعصر الكربونى الأسفل بصورة قوية فى كل هذه القارات ؛

٣ ــ تشابه مجموعات الرواسب الجليدية الكربونية القديمة Glacial beds of Gondwanaland فى جميع أجزاء قارة جندوانا :

1- Read, H H, and Watscn J, (Introductiod to geology) London vol I 1962) 614 - 652

٤ — تشابه الأقاليم المناخية القديمة (التى استدل عليها تبعاً لدراسة الرواسب والمفتتات الصخرية وتحليلها) بهذه القارات القديمة .

٥ — تشابه بعض الكائنات النباتية والحيوانية بهذه القارات والتى يصعب عليها الإنتقال مسافات طويلة فوق المسطحات المائية .

٦ — لاحظ فجنر أن السواحل الغربية لأفريقية يمكن أن تلتصق بالسواحل الشرقية للأمريكتين وأمريكا الوسطى بحيث تظهر على شكل منطقة واحدة تعرضت للإنقسام قديماً ثم تزحزت عن بعضها واحتلت مواقعها الحـــــــالية .

ومع ذلك لم يشر فجنر إلى طبيعة العوامل التى أدت إلى تزحزح القارات فى نهاية العصر الكربونى ، وعدم تزحزح قاراتنا الحالية اليوم بنفس الصورة التى حدثت بها فى الماضى . كما ربط فجنر بين أشكال السواحل الشرقية والغربية للمحيط الأطلسى على أعتبار أنهما أنفصلا عن بعضهما خلال العصر الكربونى ، دون أن يضع فى الأعتبار أشكال الرفارف القارية لهذه السواحل . فمن المعلوم أن السواحل التى ترتبط بقارات اليابس اليوم هى وليدة التغيرات البلايوستوسينية الحديثة ، وليست نتاج التزحزح القارى فى العصر الكربونى الأعلى كما أوضح فجنر .

٢ — نظرية انسلاخ القمر وانفصاله عن وجه الارض:

أول من رجح هذه النظرية هو العالم تشارلس داورين «عام ١٨٧٨ م» . وأعتقد داروين أن القمر وهو النجم التابع للأرض انفصل عنها تبعاً لتفاعل كل من قوة جذب الشمس للأرض من ناحية وقوة الطرد المركزية الناشئة عن دوران الأرض حول نفسها ، وحول الشمس من ناحية أخرى . وقد أكد هذه الآراء بصورة عامة أصحاب نظرية الشمس التوأمية The Binary Star Theory وانشطار الكواكب الشمسية ، ومن بينهم راسيل H. N., Russell 1925 ، وليتلتون R. A., Lyttleton, 1936 وروس جن Ross Gunn وبنارجى A C. Benerji

وأعتقد هؤلاء أنه من المألوف أن يتبع كلى من كواكب المجموعة الشمسية أقماراً صغيرة تابعة لها ، وقد يكون معظمها منشطراً من هذه الكواكب نفسها . وعلى ذلك فقد أنسلخ القمر من الحوض العميق الهائل الحجم الذى يشغله اليوم المحيط الهادى . (١) ومن الظواهر التى تؤيد هذه النظرية : —

ا — الشكل الدائرى لحوض المحيط الهادى داخل حد الأندسيت (٢) ، والتى تمثل فى نفس الوقت محيط الجزء القمرى الذى كان متصلا بالأرض قبل إنفصاله عنها .

ب — إن جميع المحيطات الأخرى على سطح الأرض ، فيما عدا المحيط الهادى تتميز بأن لها قشرة صخرية مركبة من صخور الجرانيت والسيال Sial متعاقبة فوق صخور السيما Sima ، بينما تشغل صخور السيما معظم أرضية المحيط الهادى . وإن دل هذا على شئ فإنما يدل على أن قشرة صخور السيال التى كانت تابعة للمحيط الهادى إنفصلت إبان انسلاخ القمر عن كوكب الأرض .

ومن مؤيدى هذه النظرية كذلك أزموند فيشر Osmond Fisher ومن نتائج حسابات هذا الباحث لطول نصف قطر القمر أكد أن أبعاد المسطحات المائية للمحيط الهادى تتفق كثيراً مع شكل القمر المستدير . وأن القمر يملأ الحيز المائى للمحيط بطبقة صخرية يبلغ سمكها نحو ٦٠ كيلو متر . ولكن واجهت هذه النظرية عدة إعتراضات أهمها :—

أ — إن سمك الصخور التى تزعم النظرية انتزاعها من موقع المحيط الهادى والتى تبلغ نحو ٦٠ كيلو متر ، أعظم من سمك القشرة السطحية للقارات (السيال) ، والتى تبلغ أقصى سمك لها نحو ٤٥ كيلو متر فقط .

1 - Cowen R C (Frontiers of the sea) London 1930

٢ — الحد الذى يفصل بين صخور السيال القارية وصخور السيما المحيطية .

ب – كثافة المواد المعدنية التى يتركب منها القمر فى الوقت الحاضر أعظم بكثير من كثافة صخور السيال القارية . (١)

ويعتقد أصحاب هذه النظرية أن القمر عند انسلاخه من الأرض لم ينتزع منها قشرة السيال فقط ، بل جذب معه أيضاً بعض صخور من السيما كذلك . وتبعاً لحركة دورات القمر ، وقوة كل من الجذب والطرد التى نشأت فيه اختلطت هذه المواد معاً ، وترتبت من جديد ، وازدادت كثافتها عما كانت عليه من قبل .

وفيما يختص بكيفية نشأة البحار والمحيطات الأخرى فيعتقد أصحاب هذه النظرية بأنه عند حدوث انسلاخ فى قاع لمحيط الهادى وانفصال كتلة عظيمة السمك من الصخور البازلتية السفلى ، حدثت حركات تصدع وتشقق عظمى فى الصخور الجرانيتية المجاورة ، وخاصة فى الجانب الآخر المواجه لذلك الجانب الذى انسلخ منه القمر . وتبعاً لذلك سرعان ما اتسعت هذه جوانب الشقوق بفعل دوران الأرض حول محورها من جهة وحول الشمس من جهة أخرى . وبعد أن تعرضت الأرض لعمليات التبريد التدريجى البطئ ، بدأت تتشكل هذه المقعرات الجرانيتية العظمى لتكون المسطحات المائية على الوجه الآخر من كوكب الأرض . وتبعاً لهذه النظرية فإن الأحواض المحيطية تكونت على سطح كوكب الأرض خلال مراحل تكوين هذا الكوكب نفسه (أى منذ ٥٠٠٠ مليون سنة) ، وليس بعد أن تكونت القشرة الأرضية وتزحزحت القارات فى العصر الكربونى (أى منذ نحو ٣٥٠ مليون سنة) كما أوضح فجنر عام ١٩١٤ .

١ – شريف محمد شريف « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤.

بداية تكوين مياه البحار والمحيطات

واختلاف احجامها خلال العصور الجيولوجية المختلفة

كما اختلفت الآراء فيما يختص بكيفية تكوين الأحواض المحيطية العظمى ، تضاربت آراء الباحثين كذلك فى تفسير أصل مياه البحار والمحيطات وبداية تكوينها ، ثم مدى أختلاف حجم هذه المياه من عصر جيولوجى إلى آخر . وتبعاً لتقدير كينن Kuenen عام ١٩٥٠ (١) ، تبلغ حجم مياه البحار والمحيطات فى الوقت الحاضر نحو ١٣٧٠ × ١٠^٦ كيلومتر مكعب أى نحو ١,٣٧ بليون كم ٣ ، وتقدر نسبة الأملاح فيها بنحو ٣٪ من حجم المياه .

وقد أعتقد البعض أن مصدر هذه الكمية الهائلة من المياه تعزى إلى كمية التساقط العظمى فوق سطح الأرض بالإضافة إلى ذوبان الجليد وما تصبه المجارى النهرية من مياه فى الأحواض البحرية . ولكن يتضح أن هذه المياه بأشكالها المختلفة كانت فى وقت ما جزءاً من مياه المحيط ثم تعرضت للتبخر والتكاثف وعادت ثانية إلى المحيط نفسه على شكل أمطار ساقطة أو ثلوج مذابة . وقد أوضحت الدراسات الميتيورولوجية كذلك بأنه إذا تعرض كل نطاق الغلاف الغازى الذى يحيط بالكرة الأرضية اليوم للتكاثف التام فلا يمكن أن يحتوى أكثر من ١٣,٠٠٠ مليون كيلومتر مكعب من المياه . كما أكد وليم رابى W. Rabey أن نسبة المياه التى أضافها الغلاف الغازى الأولى الذى تكون مع بداية ميلاد القشرة الأرضية تمثل نحو ١٠٪ من مجموع حجم مياه البحار .

وعلى ذلك ظهر فى الأفق نظريات جديدة تؤكد أن المصدر الأساسى لمياه البحار والمحيطات هو المياه الأولية Juvenile water والتى يقصد بها تلك المياه التى تظهر لأول مرة على سطح الأرض أو فى قاع المحيط والتى مصدرها باطن الأرض نفسه أو الصخور البركانية التى تقذف مع انبثاق المصهورات

1- Kuenen P H (Marine geology) N Y (1950)

البركانية وتكوين السدود والعروق البركانية . وأوضح ويلسون T. Wilson بناء على ذلك أن كلا من نشأة الغلاف الغازى والمسطحات المائية والقشرة الأرضية ترجع إلى مصدر واحد هو ظهور الصخور الساخنة على سطح كوكب الأرض عند بداية نشأة الأرض ، ثم النشاط البركانى والثورانات الأرضية الباطنية العظمى التى صاحبت مراحل تكوين قشرة الأرض خلال تاريخها الجيولوجى الطويل .

وأكد فينر Fenner,1926 (١) وزيس Zies,1929 (٢) عند دراستهما للمصهورات البركانية بإقليم كتماى Katmai بألسكا ، أن نسبة كبيرة من الكلوريد hlorides) والفلوريد Fluorides ممتزجة مع مواد كبريتية ، بالإضافة إلى بخار الماء تنبثق جميعاً مع المصهورات البركانية . وقد تعزى النسبة العالية من أيونات الكلوريد فى مياه البحار إلى حدوث المصهورات البركانية فوق أرضية البحار والمحيطات .

وقد بدأت مياه البحار تتجمع فى المنخفضات العظمى منذ بداية تعرض الصخور الساخنة اللزجة لقشرة الأرض لعمليات التبريد المستمرة . وحيث تبلغ مساحة أرض اليابس نحو ١٥٠ مليون كم٢ وأن متوسط سمك قشرة اليابس نحو ٣٣ كم ، فإن حجم كتلة اليابس تبلغ نحو ٦ بليون كم ٣ . أما قشرة الأرض تحت المحيطات فهى أقل سمكاً حيث تبلغ متوسط سمكها نحو ٥ كم وتغطى مساحة تبلغ نحو ٣٦٠ مليون كم٢ ، وعلى ذلك فإن حجم كتلة قشرة اليابس أسفل المحيط يبلغ نحو ٢ بليون كم٣ . أما الحجم الإجمالى لكتلة قشرة الأرض تبلغ نحو ٨ بليون كم ٣ . وحسب دراسات جورانسون Goranson, 1931 (٣)، الذى أوضح أن متوسط نسبة حجم المياه

1- Fenner, C. N., in Journal of Geology, vol. 34, (1926),673-722.

2- Zies, E. G , in National Geographical Magazine, vol. I (4),(1929), 61 - 79.

3- Goranson, R. W., in The American Jour. of Science vol. 5, (1931), 148 - 502.

الأولية التي تنساب مع الثورانات البركانية تبلغ نحو ٥٪ من جملة حجم هذه المصهورات ، على ذلك فإن قشرة الأرض الخارجية كلها تحتوى على كمية من المياه الأولية تبلغ نحو ٠,٤ بليون كم٣ من المياه . بينما حجم مياه البحار في الواقع هو ١,٣ بليون كم٣ .

ولهذا رجح الباحثون كذلك أنه إلى جانب المياه الأولية التي تكثفت من صخور قشرة الأرض الساخنة إبان فترة برودتها الأولى ، أضيفت إلى المسطحات البحرية مياه أولية أخرى مصدرها الباطن العميق للأرض ، وذلك مع انبثاقات المصهورات البركانية العظمى . وقدر جورانسون أن متوسط حجم الأنبثاقات البركانية السنوية فوق سطح القشرة الأرضية يبلغ نحو ٢ كم٣. وعلى أساس أن نحو ٥٪ من هذا الحجم تمثل مياه أولية فإن المسطحات المائية يزداد حجمها بمتوسط سنوى يبلغ نحو ٠,١ كم٣ من المياه . وإذا قدرنا أن نحو التكوينات الصخرية لسطح الأرض من العصر الكمبرى حتى الوقت الحاضر بحوالى ٦٠٠ مليون سنة فإن حجم المياه في المحيطات زادت خلال هذه الفترة الجيولوجية بمقدار ٦٠ × ١٠٦ كم٣ (٦٠ مليون كيلومتر مكعب) .

ويتضح إن هذه الكمية بسيطة جداً كذلك إذا ما قورنت بالحجم الهائل لمياه البحار ، ولذا يجب أن نضع في الأعتبار اختلاف طبيعة الثورانات البركانية وتنوع قوة نشاطها خلال العصور الجيولوجية المختلفة . فقد تبين أن هناك عصوراً جيولوجية تميزت بنشاط بركاني أعظم مما هو عليه اليوم ، بينما هناك كذلك عصوراً جيولوجية أخرى انخمد فيها النشاط البركاني لفترة طويلة من الزمن . وقد أكد الباحث تونهوفل Towen hofel بأن كمية المياه في المحيطات ازدادت تدريجياً باستمرار على طول فترات العصور الجيولوجية المتعاقبة . وأن هذه الزيادة تختلف كذلك من عصر إلى آخر تبعاً لطبيعة حدوث الثورانات البركانية والحركات التكتونية ، التي انتابت صخور قشرة الأرض من زمن جيولوجي إلى أخر . وقد استنتج أن مياه البحار والمحيطات قد عظم

حجمها خلال فترات الحركات التكتونية العظمى ، وخاصة الحركات الكارنية والكاليدونية والهرسينية والألبية . (١)

وتجدر الإشارة كذلك إلى أن الباحث فالتر Walther أوضح أن حجم مياه البحار والمحيطات كان محدوداً فيما قبل الزمن الجيولوجى الثانى (منذ ٢٢٥ مليون سنة) ،وبنى نتائج دراساته على أساس عدم وجود الحفريات والكائنات البحرية التى يرجع عمرها إلى ما قبل الزمن الثانى فى مياه المحيطات العميقة (١) :

وقد حسب ادموند هالى Edmund Halley عام ١٧١٥ ، كمية أملاح الصوديوم التى تصبها الأنهار فى البحار ، آملا أن يحدد الزمن الذى تكونت فيه مياه البحر وقد عدل آراءه كل من جولى Joly (الذى كان يعمل ببعثة شالنجر الأقيانوغرافية) وكلارك F. W. Clark وقد تبين من نتائج الدراسات الحديثة أن كمية الصوديوم فى البحار قد تجمعت خلال ١٠٠ مليون سنة فقط (نهاية الزمن الجيولوجى الثانى وبداية الزمن الثالث). ولكن هذه النتائج لا تدل على الواقع ، حيث عثر الباحثون على كائنات بحرية أولية ترجع إلى عصر الكمبرى وما قبله (٦٠٠ مليون سنة) ، وعلى ذلك فإن الزمن الذى تكونت فيه الأحواض البحرية وكذلك مياهها أقدم من عمر الكائنات البحرية التى كانت تعيش فى هذه المياه . وأوضح فون أركس Von Arx, 1962 (٢) أن مياه البحار كانت مالحة كذلك منذ العصر السليورى الأعلى على الأقل (منذ ٤٤٠ مليون سنة) حيث عثر فى صخور هذا العصر على طبقات إرسابية ملحية بحرية

1- King, C. A. M, (Oceanography for geographers), London (1962), 17 - 23.

٢- حسن أبو العينين ، « أصول الجيومورفولوجيا » - دار المعارف - الأسكندرية - ١٩٦٦ الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

3- Von Arx, W. S., (Introduction to physical oceanography), London (1962), p. 52.

الفصل الخامس

تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة

سطح البحر فى تغير مستمر بين ارتفاع وإنخفاض ، ويؤثر هذا التغيير فى إختلاف التوزيع الجغرافى لليابس والماء من عصر جيولوجى إلى آخر . ولا يعزى تذبذب مستوى سطح البحر إلى توالى إزدياد حجم المياه بالأحواض البحرية والمحيطية (تبعاً لأندفاع المصهورات البركانية وانبثاق مياه أولية جديدة) ، بل تؤثر الحركات التكتونية الكبرى التى تشكل قاع البحر ، بالإضافة إلى بعض العوامل الأخرى المحلية (الجليد والزلازل) فى تغير هذا المنسوب من فترة جيولوجية إلى أخرى :

وعلى ذلك يجب أن نضع فى الحسبان بأنه لم ينجم عن إزدياد حجم مياه البحر طوال العصور الجيولوجية أرتفاع مستوى سطحه بل أكدت الدراسات الجيولوجية أن مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجى الثالث كان أعظم إرتفاعاً عما هو عليه اليوم (على الرغم من قلة حجم المياه بالنسبة لحجمها الحالى) . وذلك يرجع إلى تشكيل أرضية المحيطات بالحركات التكتونية المختلفة ويمكن أن نلخص أهم العوامل الأساسية التى تؤثر فى تغير مستوى سطح البحر فيما يلى : —

١ - رفع السواحل البحرية تبعاً لذوبان الجليد الذى كان يتراكم عليها خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، ومنها سواحل النرويج ، ومعظم السواحل التى تقع على جانبى خليج بوثنيا ببحر البلطيق . وقد نجم عن الجليد البلايوستوسينى تغير مستوى سطح البحر خاصة فى المناطق التى تأثرت بالغطاءات العظمى لهذا الجليد . وخلال الفترات الباردة كان سطح البحر ينخفض تبعاً لتحول بعض المياه إلى جبال ثلجية ، بينما خلال الفترات الدفيئة ، كان سطح البحر يرتفع بعد ذوبان الجبال والكتل الثلجية . وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم التغيرات الأيوستاسية الجليدية Glacio-eustatism .

٢ - تغير مستوى سطح البحر تبعاً لحدوث حركات تكتونية محلية مثل حدوث الزلازل والبراكين كما حدث ذلك على طول سواحل ويلانجتون هاربر Wellington Harbour بنيوزيلند إبان حدوث زلزال عام ١٨٥١.

٣ - تغير مستوى سطح البحر تبعاً لحدوث الحركات التكتونية العظمى التى تؤثر فى تشكيل قشرة الأرض. وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم Tectono-eustatism ويمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

(ا) حركات سالبة Negative Change ، ينجم عنها إنخفاض مستوى سطح البحر مثل تعرض قاع البحر لحدوث الشقوق العظمى ، والخوانق والأخاديد أو تعرضه لعمليات الهبوط العظمى .

(ب) حركات موجبة Positive Change ، ينجم عنها إرتفاع مستوى سطح البحر مثل تكوين السلاسل والحواجز المحيطية العظمى فوق قاع البحر أو تعرض هذا القاع لعمليات الرفع التدريجية .

٤ - إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً لتوالى تراكم الرواسب والمفتتات المختلفة فوق قاعه . وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم Sedimento eustatism

٥ — إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً للتغيرات الجيوديسية Geodetic Change وعلى سبيل المثال إذا زادت سرعة دوران الأرض ، يؤثر ذلك فى طبيعة قوة الطرد المركزية ، فيرتفع منسوب البحر فى المسطحات المائية الإستوائية بينما ينخفض منسوبه بالمسطحات المائية القطبية . (١) وإذا تزحزح موقع القطبين عن مركزيهما الحاليين ، فيؤدى ذلك إلى تغيير كبير فى مستوى سطح البحر . وتذكر الأستاذة كا كاين كينج C.A. M. King أنه] إذا تغير موقع القطبين درجة واحدة فقط ، سيؤدى هذا إلى إرتفاع منسوب سطح البحر فى المناطق الإستوائية بنحو ٢٤٥ م ، وينخفض مستوى سطح البحر عند القطبين بنفس هذا التغير :

٦ — إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً للتغير الذى يطرأ على الخصائص الطبيعية لمياهه . وعلى سبيل المثال أكد فايربريدج Fairbridg, R. (٢) عام ١٩٦١ ، أنه إذا ارتفعت درجة حرارة المياه بكل المسطحات المائية ١° م عما هى عليه فيؤدى ذلك إلى ارتفاع منسوب سطح البحر بمعدل ٢ م عن مستواه الحالى.

و نلاحظ أن الحركات الأيوستاسية التكتونية هى التى شكلت عمليات تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجى الثالث ، أما خلال الزمن الجيولوجى الرابع ، فقد عملت التغيرات الأيوستاسية الجليدية على تشكيل منسوب سطح البحر من فترة إلى أخرى :

تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجى الثالث

على الرغم من ازدياد حجم مياه البحار والمحيطات خلال الزمن الجيولوجى الثالث تبعاً لأنبثاق المصهورات اللافية التى صاحبت الحركات الألبية الميوسينية

1- King, C. A. M , (Oceanography for geographer), London,(1962) p. 21.

2- Fairbridge, R. W., (Eustatic change in sea-level). Pergamon. Press, (196:), 99 - 185.

العظمى ، فإن نتائج الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أكدت تعرض منسوب سطح البحر للإنخفاض التدريجي منذ منتصف الزمن الجيولوجي الثالث حتى العصر الحديث . وتوضح كينج C. King (١) ، أن السبب فى إنخفاض منسوب سطح البحر يعزى إلى إنتشار السلاسل الجبلية الميوسينية على جوانب المحيطات من جهة وتعرض قاع البحار لعمليات الهبوط التدريجي من جهة أخرى .

وقسم الباحثون مراحل تطور تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الثالث ، تبعاً للنتائج التي توضحها الدراسات الجيولوجية والتي تتمثل فى سطوح التعرية ، أو بمعنى آخر السهول التحاتية القديمة Old Peneplain والتي ترجع نشأتها إلى الزمن الجيولوجي الثالث . وقد درست هذه السهول التحاتية القديمة دراسة تفصيلية فى الجزر البريطانية ، وأدرك الباحثون العلاقة بين هذه السهول التحاتية وتذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الثالث . ومن أشهر الأبحاث التي كتبت فى هذا الصدد ، كتابات ولدريدج W.Wooldridge ، ولينتن D. L. Linton ، وكلايتون K.M.Clayton ، وسيسونز J. B. Sissons ، وبرون E. H. Brown ، وأسترو A. Straw ، ولويس G. M. Lewis ، وحسن أبوالعنيين . (٢)

وتدل هذه الدراسات على أن مستوى سطح البحر استمر فى عمليات الإنخفاض التدريجي منذ منتصف الزمن الجيولوجي الثالث . وأن السهل

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographer), London, (1962) p. 27.

٢ ــ ا ــ حسن أبو العينين ، «أصول الجيومورفولوجيا » ــ دار المعارف الاسكندرية ١٩٦٦ ص ٣١٣ ــ ٣٣٨ ــ الطبعة الثالثة ــ ١٩٧٦ .

b- Abou el-Enin, H.S., (The geomorphology of the Moss Valley) M. A Thesis, Univ. Sheffield, (1962).

c- . . . .,(Some aspects of the drainage evolution)North Univ. Geographi-cal Jour., No 5 (1964)45-54.

d- . . . . (An examination of the evolution of surface forms), Ph. D. Thesis, Univ. of Sheffield 1964.

التحاتى الذى يوجد على ارتفاع ١٢٠٠ قدم فوق منسوب سطح البحر الحالى بالجزر البريطانية ، تعزى نشأته إلى آواسط الزمن الجيولوجى الثالث . ولكن ما زالت المشكلة قائمة لتفسير كيفية تكوين السهل التحاتى الذى نشأ خلال آواسط الزمن الجيولوجى الثالث من جهة ، وإيضاح العوامل التى أدت إلى تغير مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة من جهة أخرى فهل يرجع تغير مستوى سطح البحر خلال هذه الفترة إلى إرتفاع الأرض بالنسبة لساحل البحر المجاور ؟ أم إلى حدوث حركات هبوط أو إنخفاض بقاع البحر نفسه ؟ أم نتيجة لإرتفاع الأرض ، وهبوط قاع البحر معاً ؟ .

وقد أثبتت الدراسات المختلفة أن منسوب سطح البحر قد تغير خلال الزمن الجيولوجى الثالث على طول سواحل الجزر البريطانية . على ذلك حاول الباحثون إيجاد العلاقة المتبادلة بين مجموعات السهول التحاتية المختلفة والتى تتمثل فى مناطق متباعدة بالجزر البريطانية إلا أنها نشأت خلال فترة زمنية واحدة . كما حاول بعض الباحثين كذلك معرفة أوجه الشبه والإختلاف بين السهول التحاتية بالجزر البريطانية و مثيلتها فى المناطق القارية الأخرى المجاورة لها والتى تتمثل خاصة فى شمال غرب فرنسا ، وهولنده، وبلجيكا .
وتتلخص أهم العقبات التى قد تصادف الباحث عند دراسته للسهول التحاتية التى تتبع الزمن الجيولوجى الثالث فيما يلى : —

ا — قد تظهر هذه السهول التحاتية على شكل مناطق سهلية محدودة الاتساع جداً ، تبعاً لتشكيلها بفعل عوامل التعرية مدة طويلة من الزمن .

ب — صعوبة تمييز هذه السهول التحاتية فى الحقل .

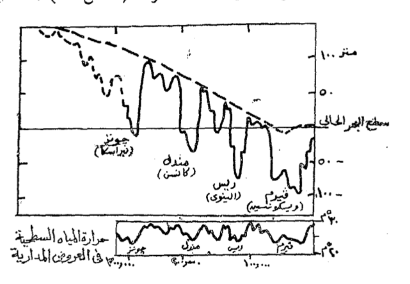
ج — عدم وجود رواسب بهذه السهول ترجع نشأتها إلى الزمن الجيولوجى الثالث ، حتى يمكن أن نحدد الزمن الذى تكونت فيه هذه السهول التحاتية ؛

تذبذب مستوى سطح البحر خلال النصف الأعلى لعصر البلايوستوسين

خلال هذا العصر الذى تكونت فيه الكتل الجليدية البلايوستوسينية فى العروض المعتدلة والباردة ، والتى سلبت كميات كبيرة من مياه المحيط ثم انحبست هذه المياه داخل اليابس ، أو تجمدت على شكل كتل جليدية ، انخفض مستوى سطح البحر إنخفاضاً ملحوظاً ، وظهر أثر ذلك على طول كل سواحل العالم . وعلى الرغم من أنه أمكن تحديد المناطق التى غطتها الركامات الجليدية ، وأصبح من السهل معرفة توزيعها الجغرافى بقارات العالم المختلفة ، إلا أنه كان ومازال من الصعب تحديد السمك الحقيقى للركامات الجليدية البلايوستوسينية . وعلى ذلك تضاربت الآراء فيما يختص بالمنسوب الحقيقى لمستوى سطح البحر خلال كل من الفترات البلايوستوسينية المختلفة ؛ وأوضحت نتائج الأبحاث الجيومورفولوجية أن الأرض قد تعرضت فى العروض المعتدلة والباردة خلال هذا العصر إلى حركات إنخفاضية تدريجية محلية نتيجة لتراكم الجليد ، والثقل الناتج عنه فوق أراضى اليابس . كما تعرض منسوب سطح البحر إلى الانخفاض خلال الفترات الجليدية الباردة ، ولكنه سرعان ما كان يسترد منسوبه المرتفع من جديد عند ذوبان الجليد خلال الفترات الدفيئة البلايوستوسينية (شكل ٦) .

ويلاحظ من دراسة شكل ٦ أن مستوى سطح البحر عند بداية عصر البلايوستوسين كان أكثر إرتفاعاً عن منسوبه الحالى بنحو ١٠٠ متر . وفى خلال فترة الجينز الجليدية انخفض مستواه بنحو — ١٠ م عن مستواه الحالى (أى انخفض بنحو ١١٠ متر ، عما كان عليه قبل حدوث الفترات الجليدية الباردة) . وفى خلال الفترة الدفيئة التى عرفت باسم « جينز — مندل » ، إرتفع مستواه من جديد إلى نحو ٥٥ متر فوق منسوب سطح البحر الحالى ؛ ثم تذبذب مستوى سطح البحر بين إرتفاع وإنخفاض خلال كل من بقية

الفترات الباردة والأخرى الدفيئة لهذا العصر . (شكل ٦) :



(شكل ٦) ذبذبات مستوى سطح البحر الأيوستاسية ،

خلال الزمن الجيولوجي الرابع .

وقد ساهمت هذه التغيرات كذلك في تشكيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار إبان هذا العصر الجيولوجي . في خلال الفترات الجليدية الباردة وعند تكوين الجبال والكتل الثلجية من مياه البحر ، إرتفعت نسبة الملوحة بالمياه ، إرتفاعاً كبيراً وتكونت بالمسطحات المائية بحار ملحية عظمى كما حدث بمياه بحر البلطيق The Salt Baltic Sea . بينما تنخفض نسبة الملوحة خلال الفترات الدفيئة وعند ذوبان الكتل الجليدية . وكان لكل هذه العوامل أثرها الكبير في تشكيل بقية الخصائص الطبيعية الأخرى لمياه البحار مثل تنوع درجة حرارة المياه السطحية والمياه السفلية ، وطبيعة حركة المياه ، ثم اختلاف كثافتها من جزء إلى آخر .

وقد أثر تذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوستوسين في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية حيث تكونت السهول التحاتية البحرية Marine platforms عند تراجع البحر عن اليابس (تبعاً لإنخفاض منسوبه) . ومن دراسة هذه السهول التحاتية البحرية وتحديد توزيعها

الجغرافى ، أمكن استنتاج التغيرات التقريبية التى انتابت منسوب سطح البحر خلال الفترات البلايوستوسينية المختلفة :

وتعمل المجارى النهرية التى كانت تصب فى البحار القديمة ثم تراجعت عن شواطئ هذه البحار خلفياً ، على شق أودية لها فى الأراضى الشاطئية الجديدة والتى أضيفت إلى اليابس . ويعمل النهر كذلك على زيادة النحت الرأسى لمجراه إلى أن يصل منسوب قاعدته إلى المستوى الجديد الذى إنخفض إليه البحر . ونتيجة لإرتفاع منسوب سطح البحر وتقدم شواطئه ، تختفى بعض الأراضى القارية المجاورة ، وتتكون ظواهر جيومورفولوجية أخرى ، من بينها السهول البحرية الغاطسة ، والفيوردات ، والخلجان والأودية البحرية ، والجزر الساحلية (١) :

وقد أكد « دالى » بأنه لو تعرض الجليد والثلج المتراكم فوق سطح الأرض للذوبان حالياً لارتفع منسوب سطح البحر إلى نحو ٦٠ متر عن مستواه اليوم وأن مستوى سطح البحر خلال الفترات الباردة البلايوستوسينية كان أكثر إنخفاضاً عن مستواه الحالى بنحو ١٠٠ متر . وعلى ذلك فإن وجدت مدرجات بحرية بلايوستوسينية ، فلا بد أن توجد هذه المدرجات على هذا المستوى السابق (١٠٠ متر فوق منسوب سطح البحر أو أقل من ذلك) . أما إذا وجدت مدرجات بحرية تتمثل فى مناطق أعلى من هذا المنسوب السابق ، فهذه لاترجع إلى أثر الحركات الأيوستاتية الجليدية ، بل لا بد وأن تعزى إلى أثر حركات أو عوامل أخرى . وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى مجموعات « المدرجات » أو السهول التحاتية البحرية البلايوستوسينية فى أجزاء مختلفة من العالم والتى تدل بدورها على مراحل تذبذب مستوى سطح البحر خلال هذا العصر .

---

١ — حسن أبوالعينين «أصول الجيومورفولوجيا» دار المعارف — ١٩٦٦ الطبعة الثالثة — الاسكندرية ١٩٧٦ .

المدرجات البحـــرية البلايوستوسينية

(أولا) فى حوض البحر الابيض المتوسط

(١) فى الجزائر

درس لاموث Lamothe, 1911 (١) ، تتابع تكوين المدرجات البحرية فى الجزء الشمالى الغربى من القارة الأفريقية وخاصة على طول سواحل الجزائر. وحاول هذا الباحث أن يربط بين حدوث هذه المدرجات ومراحل تذبذب مستوى سطح البحر الأبيض المتوسط خلال فترة تكوينها . وقد ميز هذا الباحث مجموعات مختلفة من المدرجات البحرية البلايوستوسينية تتمثل على المناسيب الآتية : — ٣٢٥ ، ٢٦٥ ، ٢٠٤ ، ١٤٨ ، ١٠٣ ، ٦٠ ، ٣٠ ، ١٨ ، ٢ متر فوق مستوى سطح البحر الحالى وأكد لاموث أن المدرجات الخمسة العليا ترجع نشأتها إلى فترة ما قبل البلايوستوسين ، بينما تعزى بقية هذه المدرجات الأخرى إلى أثر تذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوستوسين .

(٢) ساحل الريفيرا الايطالية — الفرنسية :

درس ديبريه Déperet عام ١٩٠٦ (١) رواسب الركامات الجليدية فى منطقة ساحل الريفيرا الإيطالية — الفرنسية . وفى عام ١٩١٨ عنى بدراسة المدرجات البحرية فى هذه المنطقة السابقة ، ووجد تشابها كبيراً بين تتابع مراحل تكوين هذه المدرجات بتلك التى لاحظها لاموث على طول ساحل الجزائر من قبل . وتتلخص النتائج التى وصل إليها ديبريه بالنسبة للمدرجات البلايوستوسينية بحوض البحر الأبيض المتوسط فيما يلى : —

1- Lamothe R. De. (Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger.) Mem. Soc. Geol. France, Paris, (1911), 288 pp

2- Deperet, C, (Las anciennes lignes de rivag de la cote Française de la Mediterranée) Bull Soc France - Paris, vol 6, (1906) 207 - 230

المدرج الصقلى Sicilian ويتراوح منسوبه من ٩٠ — ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالى ؛

المدرج الميلازى Milazzian ويتراوح منسوبه من ٥٥ — ٦٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالى

المدرج التيرانى Tyrrhenian ويتراوح منسوبه من ٢٨ — ٣٢ متر فوق مستوى سطح البحر الحالى ؛

المدرج المونستيرى Monastirian ويتراوح منسوبه من ١٨ — ٢٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالى ؛

مدرج بدون اسم ويتراوح منسوبه من ٧ — ٨ أمتار فوق مستوى سطح البحر الحالى .

وقد أكدت الدراسات الباليتنولوجية للحفريات التى عثر عليها فوق هذه المدرجات البحرية ، حقيقة هذا التتابع العام ، وحدوث التغيرات السابقة فى مستوى البحر خلال عصر البلايوستوسين .

(ثانياً) فى أمريكا الشمالية

أجريت الأبحاث الجيومورفولوجية على طول سواحل أمريكا الشمالية لتمييز المدرجات البحرية ومعرفة العلاقة بين حدوثها وتتابع تغير مستوى سطح البحر . ومن أظهر الدراسات فى هذا المجال ، تلك التى قام بها الأستاذ كوك Cooke عام ١٩٣٠ . (١) وقد ميز «كوك» مجموعات المدرجات البحرية فى منطقة السهول الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية فيما بين

1- Cooke, C W, (Correlation of Coastal terraces, Jour Geol 58, (1930), 567 - 589

نيوجرسى New Jersey شمالا إلى فلوريدا جنوباً . ولاحظ «كوك» ستة مدرجات بحرية متعاقبة من الأقدم إلى الأحدث (أنظر الجدول الموضح)، وقارن بين مراحل تكوينها ، وتغير شواطئ البحر البلايوستوسيتى القديم الذى كان يقف بجوارها ، وتحديد الفترات الجليدية وغير الجليدية التى تعرضت لها معظم أجزاء شمال أمريكا الشمالية ووسطها إبان هذه الفترة . وتتلخص آراؤه فى الجدول الآتى : —

المدرجات البحرية	المنسوب فوق مستوى سطح البحر الحالى بالامتار	تتابع الفترات الجليدية وغير الجليدية فى أمريكا الشمالية
براندوين Brandywine	٨١	ما قبل الجليد. (١)
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليد نبراسكا .
كوهارى Coha-ie	٦٥	فترة دفئة (أفتونيان) .
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليد كانسن .
ساندرلاند Sunderland	٤٩	فترة دفيئة (يارموث) .
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليد النوى .
ويكوميكو Wicomico	٢٩	فتره دفيئة (سانجامون .
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليد إيوا .
كووان Chowan	٢٠	فترة دفيئة (بيوريان).
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليدفترةويسكونسين العليا
باmليكو Pamlico	٧,٥	جليد فترة ويسكونسين الوسطى
	إنخفاض مستوى سطح البحر	جليد فترة ويسكونسين السفلى

ومن الدراسة المقارنة لتعاقب تكوين المدرجات البحرية البلايوستوسينية على طول شواطئ العالم أمكن تمييز هذه المدرجات فى ست مجموعات أقدمها المدرج الصقلى وأحدثها المدرج المونستيرى المتأخر والفلاندرى . ويوضح الجدول الآتى تتابع حدوث هذه المدرجات من الأقدم إلى الأحدث

١ — للدراسة الفصيلية فيما يتعلق بالفترات الجليدية وغير الجليدية بأمريكا الشمالية راجع حسن أبو العينين ، «أصول الجيومورفولوجيا» — دار المعارف ١٩٦٦ . والطبعة الثالثة — الاسكندرية — ١٩٧٦.

فى مناطق متفرقة من أجزاء العالم ، ومناسيبها المختلفة فى كل من هذه المناطق (بالأمتار) بالنسبة لمنسوب سطح البحر الحالى (١) :

المدرج البحرى	متوسط منسوبه (بالامتار)	عمره الجيولوجى الف سنة ق.م	مناسيب هذه المدرجات فى اجزاء متفرقة من العالم بالامتار					
			الجزائر	جنوب فرنسا	شمال فرنسا	جنوب انجلترا	جنوب افريقيه	امريكا الشمالية
الصقلى	١٠٠	٦٦٠	١٠٣	١٠٠-٩٠	١٠٣	٩٦	—	٨١
الميلازى	٦٠	٥٠٠	٦٠	٦٠-٥٥	٦٠-٥٦	٦٠	٧٥-٤٥	٦٥
التيرانى	٣٢	٢٧٠	٣٠	٣٢-٢٨	٣٣	٣٦-٣٣	٣٢	٤٩-٣٠
المونستيرى	١٨	١٥٠	٢٠-١٨	٢٠-١٨	١٩	١٨-١٥	١٨	٢٠
المونستيرى المتأخر	٧،٥	١٢٥	—	٨-٧	٨	٨-٥	٧	٧
الفلاندرى	؟	يختلف منسوبه اختلافاً كبيراً من موقع الى آخر						

تذبذب مستوى سطح البحر عند نهاية عصر البلايوستوسين

تعد تغيرات مستوى سطح البحر خلال هذه الفترة معروفة بصورة واضحة إذا ما قورنت بالتغيرات التى رجحت خلال النصف الأول من عصر البلايوستوسين أو فى الزمن الجيولوجى الثالث . ويرجع ذلك إلى أن الأدلة التى تشير إلى هذا التغير تعد أكثر وضوحاً ، هذا فضلا عن سهولة تحديد الفترات التى حدث خلالها هذا التغير بواسطة دراسة الرواسب البحرية الحديثة التى عثر عليها فوق بعض الشواطئ البحرية المرتفعة Raised Beaches . كما استخدم الباحثون كذلك طريقة كربون ١٤ ، ودراسة التحليلات النباتية الموجودة بالتربة Pollen Analysis ، إلى جانب الإستعانة بالآثار والوثائق التاريخية ، عند الإشارة إلى تتابع تغير مستوى سطح البحر خلال النصف الأخير من عصر البلايوستوسين وبداية العصر الحديث :

1- Zeuner, F E, (The Pleistocene Reriod), London (1659) p 301

وتدل الشواطئ البحرية المرتفعة على إرتفاع منسوب سطح البحر خلال فترات زمنية سابقة ثم إنخفاضه عن الأرض المجاورة تاركاً خلفه هذه الشواطئ بينما ترمز الغابات المنغمرة أو الغاطسة التى تتمثل على طول بعض سواحل إنجلترا والآثار الرومانية الغاطسة أمام ساحل مدينة الإسكندرية على إنخفاض الساحل أوهبوطه أو أن منسوب سطح البحر الحالى أكثر إرتفاعاً عما كان عليه من قبل .

وعند دراسة تغير مستوى سطح البحر فى المناطق التى تأثرت بالجليد ، من الهام أن يدرك الباحث حركات الرفع المحلية للسواحل ، والتى قد تنجم عن ذوبان الجليد Deglaciation . ويظهر أثر هذا الإختلاف واضحاً إذا ماقورنت سواحل اسكتلندا بالسواحل الجنوبية للجزر البريطانية . فنتيجة لعمليات ذوبان الجليد المستمرة فى اسكتلندا تأثرت سواحلها بحركات رفع تدريجية . فعند ذوبان الجليد الذى كان متراكماً بالمقعرات الجبلية ، واتخاذه شكل مسيلات مائية تنحدر صوب البحار المجاورة ، أدى ذلك إلى تخفيف الثقل الجليدى الذى كانت تتعرض له هذه الأراضى من قبل ، وعلى ذلك ترتفع الأرض تدريجياً إلى أعلى بعد إزاحة الجليد عنها . ولكن لم يتخذ الباحثون رأياً قاطعاً فيما يختص بتغير سواحل اسكتلند فى الوقت الحاضر ، وهل مازالت هذه السواحل معرضة للإرتفاع التدريجى البسيط أم لا . فقد أثبتت نتائج الدراسات الجيولوجية أن مستوى سطح البحر خلال عصر ما بعد الجليد فى اسكتلند كان مرتفعاً عن مستواه الحالى . وتتلخص الأدلة على ذلك فى الرواسب البحرية التى تتمثل بمنطقة بازلى Paisley والتى تقع الآن على نحو ٤٠٠ قدم فوق منسوب سطح البحر الحالى . بينما استنتج دونر Donner نتيجة للدراسات التى قام بها عام ١٩٥٤ ، أن السهول التحاتية التى تقع على إرتفاع ٢٥،٥٠ قدم فوق مستوى سطح البحر الحالى باسكتلند ليست متساوية السطح تماماً . (كما يجب أن تكون تبعاً لنشأتها بفعل التعرية البحرية) ولكنها مضرسة السطح . وأرجع «دونر» ذلك إلى أن هذه السهول تشكلت بحركات رفع تدريجية تبعاً لذوبان الجليد الذى كان متجمعاً فوقها .

أما السواحل الجنوبية للجزر البريطانية فإنها لم تتأثر بحركات رفع محلية ناجمة عن فعل ذوبان الجليد . ذلك لأنها لم تتأثر بالجليد البلايوستوسيني . على ذلك فإن هذه السواحل هى نتاج العلاقة بين اليابس والماء وتغير منسوب سطح البحر العام .

ومن الدراسة التحليلية للرواسب البحرية والنباتية التى قام بها كل العالم الجيولوجى سوينرتون Swinnerton, 1931 (١) وعالم النبات جودوين (٢) Godwin 1939 ، فى بعض المواقع على طول السواحل الشرقية لإنجلترا ، تبين أن رواسب اللبد النباتى Peat تكونت خلال فترات تمثل إنخفاض فى مستوى سطح البحر ، بينما تدل المستنقعات الملحية على فترات إرتفاع منسوب سطح البحر . وأكد هذان الباحثان أن منسوب سطح البحر آخذاً فى الإرتفاع التدريجى البسيط فى الوقت الحاضر حول السواحل الشرقية لإنجلترا وقد استدل على ذلك من دراسة أبعاد مناطق المستنقعات البحرية فى القرن التاسع عشر ومقارنتها بأبعادها الحالية . فقد تبين أن المستنقعات البحرية إلى الشرق من مدينة لينكولن (مقاطعة لينكولن شير) والتى كانت تستصلح عام ١٨٥٠ ، مازالت موجودة اليوم ولكن على منسوب أعلى بنحو ٣ قدم من منسوبها القديم . أو بمعنى آخر أن الأرض فى هذه المنطقة قد ارتفعت بنحو ٣ قدم خلال المائة سنة الأخيرة .

طبيعة التغير الحالى فى منسوب سطح البحر

تبين من نتائج الدراسات الجيومورفولوجية للسواحل الجنوبية لإنجلترا ، وتحديد الإختلاف فى مستوى المد والجزر من عام إلى آخر أن مستوى سطح البحر مازال آخذاً فى الإرتفاع التدريجى فى الوقت الحاضر . وقد أكد هذه

1- Swinnerton H H (The Postglacial deposits of Lincolnshire Quart) Jour Geol Soc vol 87 (1931) 360 - 375

2- Godwin H (Radio carbon dating of the eustatic rise in ocean level) Nature 181 (1958) 1518 1519

الحقيقة قراءات المد والجزر فى محطة نيولين Newlyn الواقعة فى أقصى جنوب غرب مقاطعة كورنول Cornwall بإنجلترا . وقد أثبتت هذه القراءات أن سطح البحر فى تزايد تدريجى مستمر بمعدل ٢,٣ ملليمتر فى السنة. ويرجح أن السبب الرئيسى فى إرتفاع سطح البحر مرجعه غالباً التقهقر العام للجليدفى الوقت الحاضر ،وذوبان الجليد المتجمع بالمناطق الجبلية والساحلية فى العروض الباردة . وتلاحظ هذه الظاهرة كذلك على طول السواحل الشمالية الغربية لأوربا وخاصة حول سواحل خليج بوثنيا . فقد أتضح أن هذه السواحل الأخيرة آخذة فى الإرتفاع التدريجى البسيط تبعاً لذوبان الغطاءات الجليدية والكتل الجليدية التى كانت متراكمة فوق المرتفعات الجبلية . ولكن فى نفس الوقت هناك بعض السواحل التى تتعرض لعمليات الإنخفاض التدريجى ومنها سواحل الدانمرك وبعض أجزاء من السواحل الشمالية لألمانيا والتى تطل على بحر الشمال . فعلى طول هذه السواحل تبين أن مستوى سطح البحر يرتفع بمعدل ٣,٥ ملم فى السنة . ونفس الحال كذلك بالنسبة لسواحل ألاسكا وكندا شمال دائرة عرض ٤٦,٥ شمالا ، وساحل اسكنديناوه حيث يرتفع منسوب سطح البحر على طول السواحل . وتبعا لدراسات فاير بريدج Fairbridge عام ١٩٦١(١) فإن منسوب سطح البحر آخذ الآن فى الإرتفاع التدريجى البسيط بمعدل ١,١٢ ملم فى السنة . ولكن أوضح فكسلر Wexler (٢) أن هذا لإرتفاع بمعدل ٢ملم فى السنة . وذكر فكسلر أن منسوب سطح البحر العام آخذاً فى الإرتفاع التدريجى نتيجة لذوبان الجليد المتجمع فى المناطق القطبية ، وأنه إذا تعرضت الكتل الجليدية فى أنتارتيكه للذوبان فإن منسوب سطح البحر العام سوف يرتفع بمعدل ١٠٠ متر عن مستواه الحالى ، أى أن كل السواحل الحالية وأجزاء كبرى من سطح اليابس سوف تكون عرضة لأن تنغمر بمياه البحار والمحيطات . ولكن اوضحت الدراسات الحديثة أن الجليد المتجمع فى

1- Fairbridge, R W (Eustatic change in sea-level) in (physis and Chemistry of the Earth) Pergamon Press (1961)

2- Wexler A. (The origin of continents and oceans) London 1922

أنتاركتيكا ليس معرضاً للذوبان بل أكد بعض الباحثين أنه فى أزدياد تدريجى مستمر . وعلى ذلك فإن السبب الرئيسى لإرتفاع منسوب سطح البحر يعزى إلى ذوبان الجليد المتجمع فى نصف الكرة الشمالى فقط .

يتضح من هذا العرض أن تأثير ذوبان الجليد فى خلق حركات رفع شاطئية وتغير منسوب سطح البحر سوف يستمر فى الحدوث إلى حين ذوبان كل الجليد المتجمد فوق القارات ، وفى المناطق القطبية بالذات . وعلى ذلك فهناك حالتان لابد من حدوث إحداهما فى المستقبل وهما : —

١ — ذوبان كل الجليد واستمرار إرتفاع منسوب سطح البحر العام ، وبالتالى إنغمار أجزاء واسعة من سطح اليابس تحت الماء ؛

أو ب — أن الوقت الذى نعيش فيه يمثل مرحلة دفيئة **Interglacial** وأن سطح الأرض ربما يتعرض ثانية فى المستقبل لفترة برودة شديدة . قد تشبه تلك التى حدثت إبان الفترات الجليدية البلايوستوسينية ، وينجم عنها زيادة تجمع الجليد ، وإنخفاض مستوى سطح البحر .

الباب الثالث

الفصل السادس :

الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات

الفصل السابع :

الكتل المائية بالبحار والمحيطات

الفصل السادس

الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات

تشمل المسطحات البحرية والمحيطية أكثر من ٩٧٪ من جملة المسطحات المائية التى تتمثل فوق سطح القشرة الأرضية . وعلى ذلك فهى عبارة عن خزانات عظمى مكشوفة السطح تتعرض فيها المياه لفعل التبخر الشديد وخاصة فى المسطحات المائية الواقعة فى العروض المدارية . وهنا تتصاعد المياه فى الجو على شكل أبخرة وغازات ثم قد تتعرض الأخيرة لفعل التكاثف وتسقط من جديد على شكل أمطار وثلوج تغذى أنهار وبحيرات اليابس .

ومن المعلوم أن المياه تظهر بأشكال مختلفة ، حيث قد تظهر على شكل كتل جليدية صلبة متماسكة ، أو مياه سائلة أو كتل غازية عظمى خفيفة . كما تعتبر المياه من العناصر الطبيعية المحدودة على سطح الأرض والتى تبقى كسائل تحت درجات الحرارة المنخفضة ، حيث تتجمد المياه المعماية عند درجة صفر مئوية . وتفوق المياه معظم العناصر الطبيعية الأخرى فى أنها تمتص قدراً كبيراً من الحرارة ، كما أن من خصائصها الطبيعية كذلك أن تسخن ببطء وتفقد حرارتها ببطء . ومن ثم فإن المياه يمكن أن تحتفظ بدرجات الحرارة المرتفعة لفترة أطول من احتفاظ صخور اليابس بها ، وينجم عن ذلك أن المدى الحرارى اليومى والفصلى للمسطحات المائية أقل بكثير من ذلك الذى يتمثل فوق اليابس المجاور فى نفس العروض . ولهذه الخاصية العامل الأكبر فى

تشكيل كل من المناخ البحرى Maritime Climate والمناخ القارى Continental Climate

وقد تبين أن المياه الصافية Pure Water تبلغ أعظم كثافة لها عندما تكون درجة حرارتها ٤°م حيث تبلغ الكثافة هنا (جرام واحد لكل ١سم٣) أما إذا كانت درجة حرارة المياه أكثر إرتفاعاً من ٤°م، أو أقل إنخفضاً عن هذه القيمة ، تنخفض كثافة المياه، ويزداد حجمها فى نفس الوقت . فإذا تعرضت المياه للتجمد (عند درجة الصفر المئوى) يتكون الثلج ويعظم حجمه بالنسبة لحجم المياه السائلة التى تكون منها .وتتجه المياه الباردة الأعظم كثافة إلى أسفل المياه العلوية الأقل منها كثافة . وعلى ذلك يلاحظ من دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار أن درجة الكثافة تزداد كلما توغلنا إلى أسفل صوب مياه البحر العميقة .ولا يرجع سبب عظم كثافة المياه السفلية إلى إرتفاع نسبة الملوحة بها ، بل يرجع أساساً إلى إنخفاض درجة حرارتها . (لبعدها عن تأثير أشعة الشمس الحرارية والضوئية) .

وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن مياه البحار الحالية إذا كانت مضغوطة بشدة لانخفض منسوب سطحها بنحو ١٠٠ قدم . وتجدر الإشارة كذلك إلى أن تنوع أشكال الكتل المائية والخصائص الطبيعية للمياه يتوقف أساساً على مقدار نصيبها من الأشعة الشمسية . فعند سقوط أشعة الشمس ترتفع درجة حرارة المياه تبعاً للأشعة الشمسية التى تتغلغل فى المياه ، بينما ترتد بعض الأشعة الشمسية الأخرى إلى الجو ،وتعمل الأخيرة على تسخين طبقة الهواء الملامسة لسطح الماء والتى تشكل بدورها الخصائص الطبيعية للمياه السطحية . كما تخترق الأشعة الضوئية مياه المحيط حتى عمق ١٣٠ متراً من سطح المياه ، ويصاحب هذه الأشعة بعض الحرارة التى تعمل بدورها على تسخين المياه ورفع درجة حرارتها . ولا تقتصر العلاقة بين مظاهر تحرك المياه على أساس اختلاف نصيب المسطحات المائية من الأشعة الشمسية فقط ، بل تساهم عملية جذب القمر للمسطحات المائية على حدوث المد والجزر ، كما تتشكل حركة المياه بفعل طبيعة الرياح السائدة فوق أجزاء المسطحات المائية .

وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى بعض الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، حيث يتوقف عليها طبيعة حركة المياه وتنوع مظاهرها . واختلاف مجموعات الكائنات البحرية التى تعيش فيها ، والأمكانيات الإقتصادية الى تتمثل فيها :

(أولا) حرارة مياه البحار والمحيطات

أعتقد معظم الباحثين حتى منتصف القرن السابع عشر أن مصدر حرارة مياه البحر أساسها هى الحرارة المشعة من باطن الأرض نفسها، وعلى ذلك ترتفع حرارة المياه كلما توغلنا فى المياه العميقة بالمحيط. ولكن دلت نتائج الدراسات الحديثة أن درجة حرارة المياه تنخفض بالتدريج كلما اتجهنا صوب المياه العميقة فوق قاع المحيط ، ومن ثم عرف الباحثون أن المصدر الأساسى لحرارة مياه البحار والمحيطات هو الإشعاع الشمسى . وقد تبين أن درجة حرارة المياه السطحية تختلف من مسطح مائى إلى آخر على سطح الكرة الأرضية ، بل تختلف كذلك فى المسطح المائى الواحد خلال فصول السنة المختلفة ويعزى ذلك ما يلى : —

ا — الموقع الجغرافى للمسطحات المائية ، ومدى بعدها عن الدائرة الإستوائية .

ب — طبيعة الأشعة الشمسية فوق المسطحات المائية ، وطول الفترة الزمنية التى تتعامد فيها هذه الأشعة على سطح المياه .

جـ — متوسط عدد ساعات شروق الشمس اليومية أو الفصلية أو السنوية فوق المسطحات المائية .

د — تغير الأحوال المناخية فوق المسطحات المائية ، والتى تؤثر فى درجة حرارة المياه السطحية (مدى تراكم السحب ، وكمية الأمطار الساقطة والرياح السائدة ...) .

هـ – مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ، ومدى استطاعة الأخيرة على التغلغل فى المياه شبه السطحية .

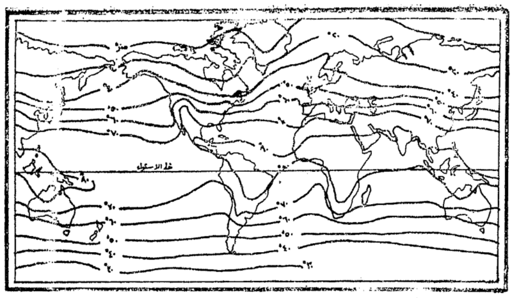
و – أثر فعل العوامل الثانوية الأخرى ، والتى تتمثل فى التيارات البحرية ، والدوامات المائية وحركة التقليب الرأسية للمياه وحركات المد والجزر .

خطوط الحرارة المتساوية بمياه البحار والمحيطات

خطوط الحرارة المتساوية هى عبارة عن خطوط إنشائية تصل بين مواقع المسطحات المائية التى تتساوى فى درجة حرارتها . ويعد ماثيو فونتين مارى M. F. Marry عام ١٨٥٢ ، أول من أشار إلى استخدام هذه الخطوط عند دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار . وميز مارى بين خطوط الحرارة المتساوية للمياه السطحية التى تقع فى العروض الإستوائية وتلك التى تقع فى المسطحات المائية الواقعة فى العروض المدارية أو المعتدلة ، والعوامل المختلفة التى تؤثر فى تشكيل كل منهما .

ومن دراسة المتوسط السنوى لخطوط الحرارة المتساوية للمياه السطحية بالبحار والمحيطات تبين أن درجات الحرارة فى النصف الشمالى من المحيطات (إلى الشمال من الدائرة الإستوائية) أعلى منها فى النصف الجنوبى . فالمتوسط السنوى لدرجة حرارة المسطحات المائية الواقعة بين دائرتى عرض ٦٠°، ٧٠° شمالا يبلغ نحو ٤٢° ف ، بينما بالنسبة للمسطحات المائية الواقعة فى نفس هذه العروض بالنصف الجنوبى من المحيطات يبلغ نحو ٢٢° ف . ويرجع ذلك إلى تأثير فعل الرياح الباردة فى نصف الكرة الجنوبى من جهة ، وإلى اختلاف التوزيع الجغرافى لليابس والماء فى نصفى الكرة من جهة أخرى .

ويلاحظ أن أعلى درجات حرارة المياه السطحية لمعظم أجزاء المسطحات المائية بالمحيطات المختلفة تسجل إلى الشمال من الدائرة الإستوائية ، ومن ثم يقع خط الإستواء الحرارى Oceanic Thermal Equator إلى الشمال من خط



(شكل ٧) المتوسط السنوى لخطوط الحرارة المتساوية (بالدرجات ف ٥)
(الهواء الملامس لسطح الارض ولمياه البحر)

الإستواء الجغرافى . (شكل ٧) . ويلاحظ كذلك أن خطوط الحرارة المتساوية فى مياه البحار بنصف الكرة الجنوبى عبارة عن خطوط شبه متوازية ومستقيمة الإمتداد ، بينما تلك فى مياه البحار بنصف الكرة الشمالى (خاصة إلى الشمال من دائرةعرض ٤٥° شمالا) تتميز بأنثناءاتها وكثرة تعاريجها كما يظهر ذلك على طول الساحل الغربى لأمريكا الشمالية والساحل الغربى لأوربا ، ويرجع ذلك إلى أثر فعل التيارات البحرية الدفيئة التى تعمل على رفع درجة حرارة المياه السطحية بجوار السواحل .

وقد اهتم بوهنيك Bohneche, 1938(١) بدراسة حرارة المياه السطحية بالمحيط الأطلسى وتحديد العوامل المختلفة التى تؤثر فى تشكيلها من مسطح مائى إلى آخر وتتلخص نتائج دراساته فى الجدول الآتى ، والذى يوضح متوسط درجة حرارة المياه السطحية بالمحيط الاطلسى فى العروض المختلفة بنصفيه

1- Bohnecke G., (Temperature Salzgehalt und Dichte an der Oberflâche des Altischen Ozeans). Deutsche Atlantische Exped, Meteor (1925-1927) Wiss, Erg., Bd. S, (1938)

[الشمالى والجنوبى (بالدرجات المئوية)

	النصف الشمالى	درجة الحرارة (م°)	النصف الجنوبى	درجة الحرارة (م°)
المحيط الاطلسى	٦٠-٧٠°	٦٠و٥	٦٠-٧٠°	-١٣٠و١°
	٥٠-٦٠°	٦٦و٨	٥٠-٦٠°	٧٦و١°
	٤٠-٥٠°	١٦و١٣	٤٠-٥٠°	٦٨و٨
	٣٠-٤٠°	٤٠و٢٠	٣٠-٤٠°	٩٠و١٦
	٢٠-٣٠°	١٦و٢٤	٢٠-٣٠°	٢٠و٢١
	١٠-٢٠°	٨٠و٢٥	١٠-٢٠°	١٦و٣٢
	صفر-١٠°	٦٦و٢٦	صفر-١٠°	١٨و٢٥

ويتبين من دراسة هذا الجدول السابق أن المياه السطحية فى العروض المدارية والإستوائية تتميز بارتفاع درجة حرارتها ،وذلك لتأثرها بأشعة الشمس العمودية ، بينما تنخفض درجة حرارة المياه السطحية كلما اتجهنا شمالا أو جنوباً نحو القطبين ، حيث تكون أشعة الشمس مائلة . وتساهم العوامل الثانوية الأخرى (مثل كيفية توزيع اليابس والماء ،ودورة الرياح، والتيارات البحرية ،والغطاءات الجليدية) على تشكيل درجة حرارة المياه السطحية فى هذه العروض المختلفة .

ويتضح أن أعلى متوسط سنوى لدرجة حرارة المياه السطحية بالمسطحات المائية للمحيطات المختلفة يتمثل فى المحيط الهندى عند دائرة عرض ٤,٦٥° شمالا حيث يبلغ هنا نحو ٢٧,٨٨°م .وقد أوضحت الدراسات المختلفة كذلك أن المياه السطحية بالعروض المعتدلة بالمحيط الأطلسى أدفأ نسبياً من المياه السطحية بالمحيط الهادى . فيبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المسطحات المائية التى تقع فيما بين دائرتى عرض ٥٠°، ٦٠° شمالا بالمحيط الأطلسى نحو ٨,٦٦° م بينما تبلغ فى المحيط الهادى نحو ٥,٧٤°م . ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية التى تقع فيما بين دائرتى عرض ٤٠° - ٥٠°

شمالا بالمحيط الأطلسى نحو ١٣,١٦°م ، بينما يبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية عند نفس هذه العروض بالمحيط الهادى نحو ٩,٩٩°م ؛ وبينما يبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المسطحات المائية الإستوائية التى تمتد فيما بين خط الإستواء ودائرة عرض ١٠° شمالا بالمحيط الأطلسى نحو ٢٦,٦٦° م ، يبلغ المتوسط السنوى لحرارة المياه السطحية بالمحيط الهادى عند نفس هذه العروض نحو ٢٧,٢٠°م ، وبالمحيط الهندى تبلغ لنحو ٢٧,٨٨° م . ويوضح الجدول الآتى المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيطات المختلفة فى نصف الكرة الشمالى :

دوائر العرض المختلفة	درجة حرارة المياه السطحية		
فى نصف الكرة الشمالى	المحيط الاطلسى(م°)	المحيط الهندى(م°)	المحيط الهادى(م°)
٦٠—٧٠°	٦٦و٥°	—	—
٥٠—٦٠°	٦٠و٨	—	٧٤و٥
٤٠—٥٠°	١٦و١٣	—	٩٩و٩
٣٠—٤٠°	٤٦و٢٠	—	٦٢و١٨
٢٠—٣٠°	١٠و٢٤	١٤و٢٦	٣٨و٢٣
١٠—٢٠°	٨٦و٢٥	٢٣و٢٧	٤٢و٢٦
صفر—١٠°	٦١و٢٦	٨٨و٢٧	٢٠و٢٧

وإذا انتقلنا إلى نصف الكرة الجنوبى لتبين أن المتوسطات السنوية لدرجة حرارة المياه السطحية أقل بكثير من مثيلتها فى نفس العروض بنصف الكرة الشمالى . (راجع أسباب ذلك فيما سبق) . فنلاحظ أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيط الأطلسى فيما بين ٦٠° — ٧٠° شمالا تبلغ ٥,٦٠°م ، تصبح فى نفس العروض بالمحيط الأطلسى الجنوبى نحو —١,٣٠°م. كما يتبين أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية فى العروض العليا بالمحيط الهادى أدفء نسبياً من مثيلتها فى نفس العروض بالمحيطات الجنوبية . فبالنسبة للمسطحات المائية الواقعة بين دائرتى عرض ٥٠°—٦٠° جنوباً ، ٤٠°—٥٠° جنوباً تبين أن المتوسط السنوى لدرجة حرارتها بالمحيط الهادى

تبلغ نحو ٥,٠٠°م ، ١١,١٦°م ، بينما فى المحيط الهندى تبلغ نحو ١,٦٣° م ، ٨,٦٧° م وفى المحيط الأطلسى تبلغ نحو ١,٧٦°م ، ٨,٦٨° م على الترتيب . ويعزى إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية بالمحيطين الأطلسى والهندى فى هذه العروض العليا إلى ما يلى :—

ا — تساهم المياه الذائبة من بعض كتل الجليد المتجمعة فى انتارتيكه ، وجبال الثلج العائمة على إنخفاض درجة حرارة المياه .

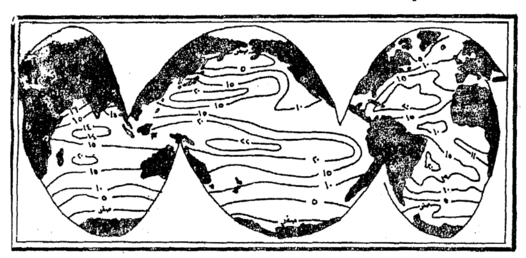
ب — إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية بفعل الرياح الغربية الباردة والرياح القطبية الباردة ؛

ويوضح الجدول الآتى المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيطات المختلفة فى نصف الكرة الجنوبى .

دوائر العرض المختلفة فى نصف الكرة الجنوبى	درجة حرارة المياه السطحية (م°)		
	المحيط الاطلسى	المحيط الهندى	المحيط الهادى
٦٠—٧٠°م	—٣٠و١م°	—٥٠و١م°	—٣٠و١م°
٥٠—٦٠°	٧٦و١	٦٣و١	٠٠و٥
٤٠—٥٠°	٦٨و٨	٦٧و٨	١٦و١١
٣٠—٤٠°	٩٠و١٦	٠٠و١٧	٩٨و١٦
٢٠—٣٠°	٢٠و٢١	٠٠و٢٢	٥٣و٢١
١٠—٢٠°	١٦و٢٣	٨٥و٢٥	١١و٢٥
صفر—١٠°	١٨و٢٥	٤١و٢٧	٠١و٢٦

وحيث تسقط الأشعة الشمسية على المياه السطحية ثم تتغلغل إلى الباطن فى المياه العميقة ، تختلف درجة حرارة المياه رأسياً كذلك . فيلاحظ أن المياه السطحية أعلى حرارة من المياه العميقة حيث يكاد لايصل إلى الأخيرة (عندما تقع على عمق ٢٠٠م) أى أشعة حرارية . ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه بالعروض الإستوائية عند عمق ٢٠٠م نحو ٢٠°م . (تبلغ عند

سطح الماء نحو ٢٦°م) ، بينما يبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه بالعروض المدارية فى نصف الكرة الشمالى والجنوبى عند عمق ٢٠٠ م نحو ١٤° م (شكل ٨) ، وتنخفض درجة حرارة المياه عن ذلك كلما اتجهنا صوب القطبين شمالا وجنوباً :

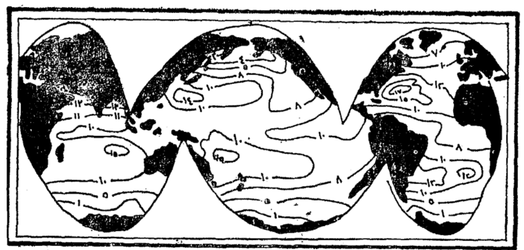


(شكل ٨) خطوط الحرارة المتساوية المياه السطحية على عمق ٢٠٠ متر (بالدرجات المئوية)

وقد أوضحت الدراسات كذلك أن المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات حرارة المياه عند عمق ٤٠٠ متر من السطح تقل كثيراً عن تلك بالمياه السطحية. كما تتميز خطوط الحرارة المتساوية عند هذه الأعماق البعيدة ببساطتها . ولا تتأثر حرارة المياه المحيطية عند هذه الأعماق بأشعة الشمس الحرارية ، بل تتشكل تبعاً لحركات التيارات الصاعدة وتحرك الكتل المائية المختلفة .ومن دراسة شكل ٩ ، يلاحظ أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه عند عمق ٤٠٠ متر بالمياه الإستوائية والمدارية لا يزيد عن ١٠° م . وتنخفض درجة حرارة المياه عن ذلك كلما اتجهنا شمالا أو جنوباً صوب القطبين . (١)

ومن دراسة المتوسط السنوى العام لدرجة المسطحات المائية بالمياه المحيطية

1- Sverdrup, H, U,, (The oceans..), Prentice Hall, Inc. (1962)



(شكل ٩) خطوط الحرارة المتساوية المياه على عمق ٤٠٠ متر
(بالدرجات المئوية)

الكبرى ككل ، نجد أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية فى المحيط الهادى يبلغ نحو ٦٦,٣٨° ف(١٩,١٠°م) ويبلغ بمياه المحيط الهندى ٦٢,٦٥°ف(١٧,٠٣°م) وبمياه المحيط الأطلسى ٦٢,٤٤° ف (١٦,٩١°م) . ومن ثم يتضح أن المياه السطحية للمحيط الهادى عامة تعد أكثر المحيطات دفأ. وقد سجلت أعلى درجة حرارة للمياه السطحية بالمحيط الهادى وذلك فى النصف الغربى بالعروض المدارية منها ،حيث بلغ المتوسط السنوى هنا نحو ٣٢,٢° (٨٩,٩٦° ف) :

وقد اهتم الأستاذ كوكس Cox (١) عام ١٩٥٩ بقياس الحرارة النوعية لمياه البحار والمحيطات . وتمثل هذه الحرارة كمية الحرارة التى يكتسبها جرام واحد من أى مادة إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة مئوية . وتبعا لاختلاف حرارة سطح المياه عن حرارة المياه السفلية ، ذلك لأن الأولى أعظم حرارة من الأخيرة تبعاً لسقوط الأشعة الشمسية عليها مباشرة كما أنها تحتاج

1- a— Cox, R. A., (The Chemistry of sea water) New Scientist vol 6 (1959) 518-524.

b- Cox R. A., (The Specific heat of sea water) Proc. Soc. Amer vol., 252 (1959) 51 - 62

لعدد من الوحدات الحرارية (السعر) أقل ، لرفع درجة حرارة المياه بهاس المياه السفلية . بالتالى تتكون التيارات الرأسية تبعاً لاختلاف درجة حرارة المياه رأسياً . ويلاحظ أن المياه السفلية التى قد تصعد إلى أعلى تفقد كذلك بعض من حرارتها الكامنة (قبل أن تبدأ عملية التسخين بفعل حرارة المياه السطحية) تبعاً للضغط الواقع عليها . وتعرف عملية فقدان المياه الصاعدة حرارتها الكامنة بهذا الشكل باسم Adiabatic Couling . وعندما تصل المياه إلى السطح بدرجة حرارة معينة (بعد إتمام دورتها الرأسية) فيطلق عليها تعبير « درجة الحرارة الفعلية للمياه السطحية » Potential temperature (١)

التغير اليومى والفصلى لدرجة حرارة المياه السطحية بالبحار والمحيطات

على الرغم من أن المياه تكتسب الحرارة ببطء وتفقدها ببطء كذلك ، وأن كلا من المدى الحرارى اليومى والفصلى فيها أقل منه على اليابس المجاور لها إلا أن هذا لم يمنع من تغير درجة حرارة المياه السطحية من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد ومن فصل إلى آخر على طول مدار السنة . وتساهم العوامل الآتية فى التغير اليومى لدرجة حرارة المياه السطحية : —

ا — مدى تراكم السحب فوق المسطحات المائية وخصائصها العامة .

ب — مدى سرعة تغير الخصائص الطبيعية للهواء الملامس لسطح الماء :

جـ — مدى سرعة الرياح ونوعها (رياح دائمة — موسمية — إعصارية — محلية) :

د — مدى قدرة المياه على اكتساب الحرارة وتغلغل الأخيرة إلى المياه شبه السطحية :

1- King C. A. M. (Oceanography for geographer) London (1962)

هـ — حركات المد والجزر وتأثر المياه السطحية بالأمواج :

وكما تعمل الحالات الجوية لأضداد الأعاصير Anticyclonic conditions على تشكيل درجة حرارة سطح اليابس ، فإنها تعمل كذلك على تغيير درجة حرارة المياه السطحية من ساعة إلى أخرى . كما تعمل الرياح القوية الشديدة على مزج طبقات مختلفة من الهواء الملامس لسطح الماء ، ويؤثر هذا بدوره على تعديل حرارة المياه السطحية .

أما بالنسبة للتغير الفصلى لدرجة حرارة المياه السطحية ، فيرجع هذا أساساً إلى أثر العوامل الآتية : —

ا — كمية الأشعة الشمسية الساقطة فوق المسطحات المائية ، ومدى تعامدها واختلاف سقوطها من مسطح مائى إلى آخر .

ب — طبيعة حركة التيارات البحرية ، ومدى تغير الخصائص الطبيعية لمياه هذه التيارات من فصل إلى آخر .

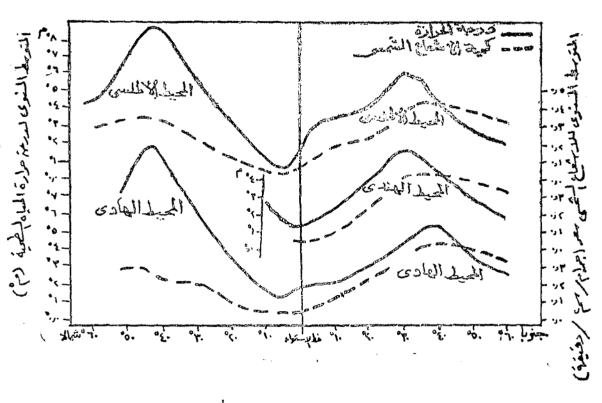
جـ — أثر الرياح السائدة فى تنظيم درجة حرارة المياه السطحية .

ومن ثم تختلف درجة حرارة المياه السطحية من مسطح مائى إلى آخر ، بل تختلف كذلك فى نفس المسطح المائى من فصل إلى آخر على طول مدار السنة . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن المدى الحرارى السنوى (الفرق بين أعلى درجة لحرارة المياه خلال فصل الصيف وأقل درجة لحرارتها خلال فصل الشتاء) للمياه السطحية بالمحيط الأطلسى الشمالى والمحيط الهادى الشمالى أعظم بكثير منه بمياه هذين المحيطين الواقعة فى النصف الجنوبى منهما . ويعزى ذلك إلى أن الرياح الباردة فى فصل الشتاء تهب دائماً من داخل القارات وتتجه إلى المحيط حيث مراكز الضغط المنخفض النسبى . وتعمل هذه الرياح القارية على إنخفاض درجة حرارة الهواء الملامس لسطح مياه المحيط وخاصة فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية . ولما كان اليابس فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية أقل اتساعاً عنه فى النصف الشمالى فإن أثر فعل الرياح الباردة الشتوية يعد تأثيراً محدوداً للغاية .

وحيث إن حرارة مياه المسطحات المائية الإستوائية مرتفعة طول العام ، وتلك التي تشغل العروض الباردة بالمحيطات المختلفة باردة طول العام كذلك ، فإن المدى الحراري الفصلي للمسطحات المائية الواقعة في هذه العروض محدود جداً ، إذا ما قورن بالمدى الحراري الفصلي للمسطحات المائية الواقعة في العروض المدارية .ففي المحيط الأطلسي يبلغ المدى الحراري الفصلي للمسطحات المائية الإستوائية نحو ٢,٣°م ، وفي المسطحات المائية المدارية نحو ٨°م ، وفي المسطحات المائية الباردة في العروض الباردة نحو ٣°م . (شكل ١٠) . ويتضح من دراسة منحنيات الحرارة التي توضح المدى الحراري الفصلي للمياه السطحية بالمحيطات الجنوبية ، أن كل منها يبدو على شكل منحنى مخروطي قمته تتمثل عند المسطحات المائية المدارية ذات المدى الحراري المرتفع وتنحدر جوانب المنحنى صوب المسطحات المائية الإستوئية والقطبية ذات المدى الحراري المنخفض .

ومن دراسة المنحنيات الحرارية للمياه على أعماق مختلفة ، يلاحظ أن القمة التي تمثل منحنيات أعظم درجات الحرارة خلال السنة تقل حدتها بالتدريج حتى خط عمق ١٠٠ متر . ثم يتلاشى ظهور هذه القمة عند خط عمق ٢٠٠ متر . ففي المياه السطحية لخليج مونترى — بكاليفورنيا ، يلاحظ أن أعظم الشهور حرارة تتمثل في شهر أغسطس ، وسبتمبر ، وأكتوبر ، وتمثل منحنياتها الحرارية قمة واضحة بالنسبة لحرارة المياه خلال بقية أشهر السنة الأخرى (شكل ١١-١) . ولكن تضيع معالم هذه القمة الحرارية بالتاريج في المياه السفلية من الخليج . فيتضح من دراسة الشكل السابق للمنحنى الحراري الشهري لمياه خليج مونترى ، أن القمة الحرارية للمياه تزال واضحة حتى خط عمق ٥٠م المتساوى . ثم يصبح من الصعب تمييز هذه القمة الحرارية عند خط عمق ١٠٠ متر المتساوى .

وقد دلت الدراسات التي أجريت في مياه خليج مونترى — بكاليفورنيا ،



(شكل ١٠) المدى الحرارى السنوى للمياه السطحية بالمحيطات المختلفة ونصيبها من الاشعاع الشمسى

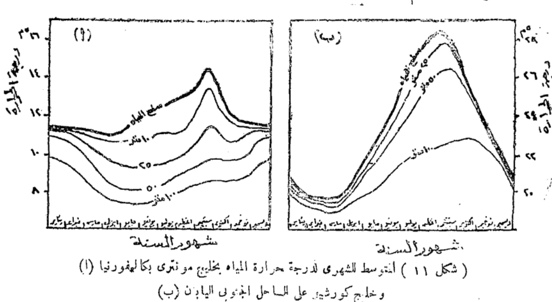
بأن الاختلافات الفصلية لدرجة حرارة المياه السطحية بالخليج تعزى أساساً إلى أثر فعل التيارات البحرية التى تدخل إلى مياه الخليج آتية من المحيط وتلك التى تخرج منه وتتجه صوب المحيط. هذا بالإضافة إلى ما تتعرض له مياه الخليج من حركات التوازن الرأسية Upwelling ، والاختلاف الفصلى لدرجة حرارة الهواء الملامس لسطح مياه الخليج .وقد ميز سكوجزبرج Skogsberg (١) عام ١٩٣٦ ثلاث فترات فصلية مختلفة تتنوع فيها درجة حرارة المياه السطحية للخليج من فترة لأخرى وتشمل : —

١ — فترة تيار دافيدسون البارد : Period of the Davidson Current

وتمتد من منتصف نوفمبر إلى منتصف فبراير ،وتعمل التيارات البحرية

1- Skogsberg, T., (Hydrography of Monterey Bay-California) Amer Phil. Soc. U. S., Vol. 29 (1936), 1-152.

خلال هذه الفترة على إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية . (شكل ١١–ا)
ويبلغ المتوسط الشهرى لدرجة حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة نحو ١٠,٩° م .



(شكل ١١) المتوسط الشهرى لدرجة حرارة المياه بخليج مونترى بكاليفورنيا (ا)
وخليج كورشيو على الساحل الجنوبى اليابان (ب)

ب – فترة حركات التوازن الراسية للمياه : Period of Upwelling

وتمتد من منتصف فبراير إلى نهاية يوليو ، وترتفع خلال هذه الفترة درجة حرارة المياه عن الفترة السابقة لها ، ويصبح المتوسط الشهرى لدرجة حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة نحو ١٢,٥°م .

ج – فترة المياه المحيطية : The Oceanic Period

وتمتد من بداية أغسطس إلى منتصف نوفمبر ، ويدخل الخليج خلال هذه الفترة مياه محيطية دفيئة نسبياً تعمل على رفع درجة حرارة المياه . ويبلغ المتوسط الشهرى لدرجة حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة نحو ١٣,٨°م.

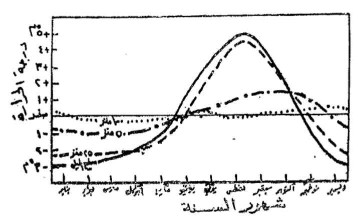
وقد تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية التى أجريت فى مياه خليج كورشيو Kuro-hio بالمسطحات المائية الجنوبية للجزر اليابانية ، أن درجة حرارة المياه السطحية لمياه الخليج تنخفض كثيراً فى فصل الشتاء البارد (من

نوفمبر إلى أبريل) ويصبح متوسطها الشهرى نحو ٢٠,٧° م أما فى فصل الصيف (الذى يمتد من مايو إلى نهاية أكتوبر) ،فترتفع درجة حرارة المياه السطحية ويبلغ متوسطها الشهرى خلال هذه الفترة نحو٢٦,٩° م. (شكل ١١ ب) .وعلى ذلك يبدو المنحنى الحرارى للمياه السطحية بخليج كورشيو خلال أشهرالسنة المختلفة على شكل قمة حراريةعظمى تتمثل رأسها فى شهرى أغسطس وسبتمبر .إلا أن هذه القمة الحرارية تضيع معالمها فى المياه شبه السطحية حتى عمق ١٠٠ متر ثم تتلاشى نهائياً فى الأعماق البعيدة بمياه الخليج .

وتعزى برودة المياه السطحية لخليج كورشيو خلال فصل الشتاءإلى برودة الهواء الملامس لسطح المياه من ناحية، وإلى أثر الرياح الشمالية الغربية الموسمية الباردة التى تهب من قلب آسيا وتخرج إلى المحيط من ناحية أخرى. ودرس هيلاند هانسن Helland Hansen (١) مياه خليج بسكاى وأثر عامل توصيل الحرارة وتغلغلها فى الأعماق المختلفة من الخليج. وقد وجد هانسن أن المتوسط الشهرى لدرجة حرارة طبقة المياه السطحية فى المنطقة ، عند دائرة عرض ٤٧° شمالا والتقائها بخط طول ١٢° غرباً ، قدينخفض إلى — ٣°م فى الفترة من ديسمبر إلى مارس .بينما يرتفع المتوسط الشهرى لدرجة حرارة المياه السطحية فى فصل الصيف ويبلغ نحو٤,٦°م ومن ثم يظهر المنحنى الحرارى للمياه السطحية بخليج بسكاى خلال أشهر السنة المختلفة على شكل قمة حرارية عظمى تتمثل رأسها فى نهاية شهر أغسطس (شكل ١٢) .وعلى عمق ٢٥ متر فى نفس هذا الموقع يبلغ أقصى ارتفاع لحرارة المياه السفلية ثلاثة أسابيع متأخرة (أي فى منتصف سبتمبر)عن طبقة المياه السطحية .(حيث تسخن المياه السطحية قبل أن تسخن المياه السفلية بنفس الدرجة تبعاً لسقوط الأشعة الشمسية على المياه السطحية أولا) . وقد لاحظ هانسن كذلك أن درجات حرارة المياه تنخفض كلما تعمقنا فى السفلية ، وبعدنا تدريجياً عن سطح المياه . وعلى ذلك يقل المدى الحرارى

1- Helland-Hansen ., (Physical oceonography and meteorology), New York, 1920).

الفصلى كثيراً فى المياه السفلية حتى أنه يتلاشى تماماً على عمق ٣٠٠ متر من سطح مياه الخليج .



(شكل ١٢) المتوسط الشهرى لدرجات حرارة المياه بخليج بنكال على أعماق مختارة

وهناك علاقة كبيرة بين درجة حرارة المياه السطحية ، ودرجة حرارة الهواء الملامس لها ، فكلاهما يؤثر فى الآخر ويتأثر به وتبعاً لاختلاف درجة حرارة كل منهما ، قد يتكون الضباب البحرى Sea Fogs . ويعظم تكوين الضباب كذلك عندما يمر هواء ساخن رطب فوق سطح مياه باردة . ويجب أن تكون درجة حرارة المياه السطحية فى هذه الحالة الأخيرة أقل من درجة حرارة نقطة الندى Dew point لكتلة الهواء الساخنة. فعندما يمر الهواء الساخن فوق سطح المياه الباردة قد تنخفض درجة حرارته إلى أقل من نقطة الندى ويتكون بذلك الضباب البحرى . وحيث إن المدى الحرارى اليومى للمياه السطحية بالمحيطات يعد محدوداً ، فإن عملية تكوين الضباب البحرى لا تتوقف على هذه الاختلافات فقط ، بقدر تأثرها بالرياح الشديدة الباردة ، وتقابل الكتل الهوائية المختلفة (والتى قد تصاحب التيارات البحرية السطحية الباردة والدفيئة) :

وذلك عندما يكون الهواء الخارج من القارات متجهاً إلى المحيطات أدفأ نسبياً من الهواء الملامس لسطح مياه البحر . ويكثر تكوين الضباب البحرى فى العروض العليا صيفاً ، وخاصة فوق المسطحات المائية لمنطقة الجراند بانك Grand Bank بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية ، وأمام ساحل

جزيرة نيوفوندلاند ، ويساعد تكوينه فى هذه المطقة مرور التيارات البحرية (تيار لبرادور البارد وتيار الخليج الدفئ) وما يصاحبهما من كتل هوائية مختلفة الخصائص ، ثم تجمع هذه الكتل فى منطقة الجراند بانك يؤدى إلى تكوين الضباب البحرى . هذا إلى جانب أثر فعل تيار لبرادور البارد وما يتمثل فوق سطح مياهه من هواء بارد يسير محازياً لساحل لبرادور الدفئ نسبياً ، ومن ثم فعند خروج رياح من اليابس إلى البحر تساعد على تكوين الضباب : وتتكرر نفس هذه الصور كذلك على طول سواحل جزر اليابان والسواحل الشرقية لإنجلترا .

ويتكون الضباب البحرى على السواحل خاصة إذا كانت الرياح الدفيئة الخارجة من اليابس ومتجهة إلى البحر قادرة على تقليب مياه البحر الباردة وتحدث مثل هذه الحالات على طول السواحل الغربية للقارات فى العروض المدارية عندما تخرج الرياح التجارية من اليابس وتتجه صوب المحيط كما هى الحال بالنسبة لسواحل كاليفورنيا والقسم الشمالى لساحل شيلى ، وساحل أنجولا فى جنوب غرب أفريقية والساحل الغربى لإستراليا .

(ثانيا) ملوحة مياه البحار والمحيطات

تختلف الأملاح التى تتمثل بمياه البحار والمحيطات عن تلك بالمياه العذبة فوق القشرة الأرضية ، ذلك لأن الأولى تشكلت بظروف طبيعية وبيولوجية تختلف تماماً عن المياه العذبة للأنهار أو البحيرات . ودلت الدراسات على أن مياه الأنهار تختلف عن مياه البحار ليس فقط من حيث نسبة الملوحة بها ، (متوسط نسبة الملوحة فى الأنهار ١٥ فى الألف وفى البحار ٣٥ فى الألف) ولكن تختلف كذلك من حيث التركيب الكيميائى لكل منهما . وعند تحليل الأملاح بمياه الأنهار وجد أنها تتركب من : —

كربونات	٠٥٧,١ ٪
سلفات	٠١١,٤ ٪
سليكات	٠ ٩,٩ ٪
ملح عادى	٠٠٢,٢ ٪
عناصر ومواد أخرى	٠١٨,٨ ٪

وتعزى ملوحة مياه البحار والمحيطات إلى وجود كلوريد الصوديوم وبعض الأملاح الأخرى بمياه البحر. ويمكن القول أنه يتمثل فى كل ١٠٠٠ جرام من مياه البحر نحو ٣٥ جرام من الأملاح المذابة. وقد أثبتت التحليلات الكيميائية لمياه البحر أن هذه النسبة من الأملاح تتألف من : —

الأملاح		نسبة وجودها (جزء فى الألف)
كلوريد الصوديوم	$NaCl$	٢٧,٢١٣
كلوريد الماغنيسيوم	$MgCl_2$	٣,٨٠٧
سلفات الماغنيسيوم	$MgSO_4$	١,٦٥٨
سلفات الكالسيوم	$CaSO_4$	١,٢٦٠
سلفات البوتاسيوم	K_2SO_4	٠,٨٦٢
كربونات الكالسيوم	$CaCO_3$	٠,١٢٣
بروميد الماغنسيوم	$MgBr_2$	٠,٠٧٦
		٣٥,٠٠٠

إلى جانب هذه القائمة السابقة من الأملاح الرئيسية بمياه البحار والمحيطات هناك أنواع أخرى متنوعة ، إلا أنها أقل أهمية تبعاً لنسبتها البسيطة المحدودة جداً بالمياه. وعلى الرغم من أن نسبة الأملاح فى مياه البحر تختلف من مكان إلى آخر ، إلا أن نسبة وجود الأملاح الرئيسية السابقة بالمياه تظل كما هى دون تغيير . أى لو فرض أن نسبة كلوريد الصوديوم فى ١٠٠٠ جرام من مياه البحر إنخفضت من نسبتها العادية ٢٧,٢١٣ فى الألف إلى نحو ٩,٠٧١ فى الألف فقط ، فإن نسب وجود جميع الأملاح الأخرى تنخفض كذلك بنفس الدرجة. فتصبح نسبة كلوريد الماغنسيوم ١,٢٦٩ فى الألف ، ونسبة سلفات

الماغنيسيوم ٠٫٥٥٢ فى الالف ونسبة سلفات الكالسيوم ٠٫٤٢٠ فى الألف وهكذا ... (١)

وبينما تتألف أملاح البحار اساساً من الكلوريدات وخاصة كلوريد الصوديوم . تتركب أملاح الأنهار أساساً من الكربونات وخاصة كربونات الكالسيوم. ويرجع تناقص نسبة كربونات الكالسيوم بمياه البحار (على الرغم من أن الأنهار تصب كميات كبيرة من هذه الكربونات فيها) (٢) إلى أن بعض الكائنات البحرية المتنوعة مثل الأصداف والقواقع والمرجان تعمل على استخلاص كربونات الكالسيوم (الجير) من المياه ، واستخدامها فى بناء قشورها وأصدافها . كما تمتص الدياتوم Diatoms كميات كبيرة من السليكا المذابة فى مياه البحار وتستغلها فى عملية بناء قشورها . وقد نجم عن إنخفاض نسبة كربونات الكالسيوم ، إزدياد نسبة كلوريد الصوديوم بمياه البحار والمحيطات .

ويرجع الأستاذ سفردرب Sverdrup عام ١٩٦٢(٣) أن إرتفاع نسبة كلوريد الصوديوم بمياه البحار(٢٧فى الألف) وإنخفاض نسبة أملاح البوتاسيوم (٠٫٨ فى الألف) تعزى إلى العوامل الآتية : —

ا — تعد الغازات المنبثقة مع المصهورات البركانية التى كانت تحدث خلال العصور الجيولوجية المختلفة المصدر الرئيسى لوجود الكلور فى مياه البحر .

ب — تتعرض كميات كبيرة من غازات الكلور بالصخور البركانية والمصهورات اللافية فوق سطح الأرض ، للذوبان السريع . ومن ثم إنخفضت نسبة وجود الكلور فى صخور سطح الأرض بينما عظمت كميته المذابة فى مياه البحار .

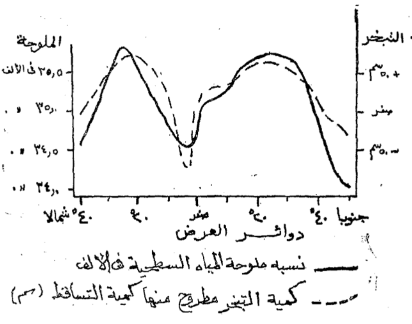
1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, (1978), p. 145.

٢ — قدر الباحثون أن كمية أملاح الكالسيوم الذائبة والتى تصبها الأنهار فى البحار تبلغ نحو ٥٫٤ × ١٠^٨ كم٣ .

3- Sverdrup, H. U., et al, (The oceans...), Prentice-Hall, (1962)p10

جـ ـ ساعد وجود الجلوكونيت glauconite (تكوين كيميائى بمياه البحر، ويتركب من سليكات الألومنيوم أو المغنسيوم) على إنخفاض نسبة وجود البوتاسيوم فى مياه البحر تبعاً لامتصاصه له. ويكسب الجلوكونيت مياه البحر اللون الأخضر . وعندما يقال أن الرواسب المحيطية خضراء اللون ، فمعنى هذا أن أن نسبة وجود الجلوكونيت فيها مرتفعة .

وتبلغ متوسط نسبة الملوحة فى البحار المتسعة المفتوحة ٣٣ فى الألف ، وتقل النسبة عن ذلك بجوار مصبات الأنهار العظمى . بينما ترتفع نسبة الملوحة فى البحار التى لا يصب فيها كميات كبيرة من مياه الأنهار أو الثلاجات أو تلك التى يزيد فيها نسبة الفاقد من المياه بفعل التبخر عن المكتسب من المياه بفعل الأمطار الساقطة أو المياه الجارية . ولذا ترتفع نسبة الملوحة فى البحر الأحمر إلى نحو ٤١ فى الألف تبعاً لقلة المياه المكتسبة وعظم المياه المفقودة بفعل التبخر (شكل ١٣) .



(شكل ١٢) العلاقة بين ملوحة المياه السطحية ودرجة التساقط عند دوائر عرض مختلفة

أهم العوامل التي تؤثر في ملوحة مياه البحار والمحيطات

يتضح مما سبق أن أهم العوامل التي تؤثر في ملوحة مياه البحار هي العلاقة بين كمية المياه المكتسبة (بواسطة الأمطار — الثلج — المياه التي تصبها الأنهار ...) وتلك التي تفقد من مياه البحر عن طريق التبخر. هذا إلى جانب أثر بعض العوامل الثانوية الأخرى مثل حركات التوازن الرأسية للمياه، وتشكيل المياه بفعل التيارات البحرية المختلفة.

(ا) فعل التبخر :

ترتفع نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التي يزداد فيها فعل التبخر أو بمعنى آخر عندما تعظم كمية المياه المفقودة بفعل التبخر عن تلك المكتسبة بفعل التساقط. وتبعاً لاختلاف نصيب المسطحات المائية من كمية الأشعة الشمسية الساقطة عليها ومدى تعامد هذه الأشعة فوق المسطحات المائية، اختلفت كمية المياه المفقودة بالتبخر من مسطح مائي إلى آخر. فتعظم كمية التبخر فوق المياه السطحية التي تقع في العروض المدارية فيما بين ٢٠° —٢٥° شمالا وجنوباً. ومن ثم تبلغ نسبة الملوحة هنا نحو ٣٥,٥ في الالف. وبالمسطحات المائية التي تقع فيما بين دائرتي عرض ٣٨° — ٥٠° شمالا وجنوباً تقل كمية التبخر، بل وتكاد تتعادل كمية المياه المفقودة بالتبخر مع تلك المكتسبة بفعل التساقط عند هذه العروض (شكل ١٣). وتبلغ متوسط نسبة الملوحة هنا نحو ٢٥ في الألف. أما بالنسبة للمسطحات المائية التي تقع حول الدائرة الإستوائية فيقل بها كمية المياه المفقودة بالتبخر عن تلك المكتسبة من التساقط، وعلى ذلك تنخفض نسبة ملوحة المياه السطحية هنا إلى نحو ٣٤,٥٠ في الألف.

(ب) كمية التساقط والمياه التي تصبها الأنهار الكبرى في البحار :

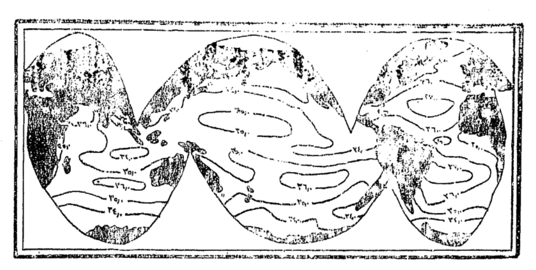
تتأثر نسبة الملوحة السطحية بالبحار تبعاً لعظم كمية التساقط. فإذا تعرضت المسطحات المائية لأمطار غزيرة طول العام وبحيث كانت كمية المياه

المكتسبة من هذه الأمطار تفوق كمية المياه المفقودة بواسطة التبخر ، تنخفض نسبة الملوحة بالمياه . كما أن لمياه الفيضانات النهرية وما تصبه المجارى النهرية والثلاجات فى البحر من مياه عذبة أو أقل ملوحة ، أثره الواضح فى تشكيل نسبة الملوحة بمياه البحار خاصة أمام خط الساحل . ويظهر ذلك عند دراسة التوزيع الجغرافى لخطوط الملوحة المتساوية بالبحار والمحيطات (١) وأسباب تباينها من مسطح مائى إلى آخر . ومن دراسة خريطة خطوط الملوحة المتساوية للمياه السطحية بالبحار والمحيطات خلال فصل الصيف الشمالى (شكل ١٤) يتبين لنا الحقائق الآتية : —

١ — تقل نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التى يعظم فوقها كمية الأمطار الساقطة . فحيث تبلغ كمية الأمطار السنوية الساقطة على الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية فيما بين دائرتى عرض ٤٠° — ٥٠° شمالا نحو ٩٠ بوصة ، تبلغ نسبة الملوحة بالمياه نحو ٣٢ فى الألف — بينما على طول الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية فى نفس العروض تبلغ كمية الأمطار السنوية نحو ٦٥ بوصة وترتفع نسبة الملوحة بالمياه لنحو ٣٤ فى الألف . وعلى طول ساحل غانة بأفريقية ، يتراوح كمية المطر السنوى من ٨٠ — ١٠٠ بوصة ، وتتراوح نسبة الملوحة بالمياه السطحية الساحلية من ٣٠ — ٣٣ فى الألف .

٢ — ترتفع نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التى تقل فوقها كمية الأمطار الساقطة . فحيث تقل كمية الأمطار السنوية الساقطة فوق المسطحات المائية للبحر الأحمر عن بوصة واحدة ترتفع نسبة الملوحة بهذه المياه إلى نحو ٤١ فى الألف . وتبلغ نسبة الملوحة بالمياه الساحلية السطحية المجاورة لساحل غرب أستراليا نحو ٣٦,٣ فى الألف ، وذلك تبعاً

١ — خطوط الملوحة المتساوية Isohalines ، هى عبارة عن خطوط إنشائية تربط بين المسطحات المائية المختلفة (على أعماق متشابهة — سطحية شبة سطحية — سفلية) التى تتساوى فيها نسبة الملوحة .



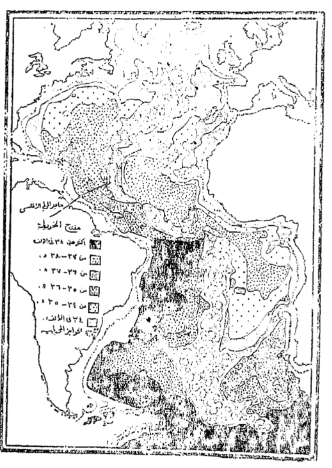
(شكل ١٤) خطوط الملوحة المتساويه لمياه السطحية خلال فصل الصيف الشمالى (جزء فى الالف)

لعظم الفاقد من مياه البحر بواسطة التبخر عن المكتسب من المياه بفعل الأمطار الساقطة .

٣ — على الرغم من إرتفاع درجة حرارة المسطحات المائية الإستوائية ، إلا أن نسبة الملوحة بها أقل من تلك فى المسطحات المائية المدارية . ويعزى ذلك إلى عظم سقوط الأمطار طول العام مما يقلل من عملية التبخر . وتتراوح نسبة ملوحة المياه السطحية الإستوائية بالمحيط الهندى حول جزر إندونيسيا فيما بين ٣١—٣٣ فى الألف .

٤ — يتبين أن أعظم المسطحات المائية ملوحة هى تلك التى تقع فيما بين دائرتى عرض ١٥°—٣٠° شمالا وجنوباً . ويبلغ متوسط نسبة الملوحة بالمياه السطحية بالمحيط الهادى الشمالى فيما بين هذه العروض السابقة نحو ٣٥ فى الألف . وترتفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية المدارية بالمحيط الهادى الجنوبى عند هذه العروض السابقة ويبلغ نحو ٣٦ فى الألف وأعظم المسطحات المائية ملوحة فى المحيط الأطلسى الشمالى هى المياه السطحية المدارية التى تنحصر بين ساحل موريتانيا شرقاً ، وفلوريدا غرباً ، فيما بين دائرتى عرض ١٨° ، ٣٠° شمالا وتبلغ نسبة الملوحة

بالمسطحات المائية هنا نحو ٣٧ في الألف . وتعتبر المسطحات المائية التي تقع أمام الساحل الشرقي لابرازيل أعظم المسطحات المائية ملوحة بالنصف الجنوبي من المحيط الأطلسي ، حيث تتراوح نسبة الملوحة بالمياه السطحية هنا فيما بين ٣٧–٣٨ في الألف (شكل ١٤) .



(شكل ١٥) اختلاف نسبة ملوحة المياه السطحية بالمحيط الاطلسي

تقل نسبة الملوحة بشكل واضح أمام مصبات الأنهار الكبرى . فتبلغ نسبة الملوحة بمياه البحر أمام مصبات نهر الأمزون نحو ١٥ في الألف (أي تشابه مياه الأنهار من حيث نسبة وجود الأملاح في المياه ، إلا أنها تختلف عنها من ناحية التركيب الكيميائي) ، وإذا ابعدنا عن الساحل لمسافة ١٠ كم تزداد نسبة الملوحة بالمياه السطحية إلى فقط

نحو ٢٥ فى الألف .وتتكرر نفس الصورة أمام معظم مصبات أنهار العالم الكبرى مثل النيل ، والكنغو ، والمسيسبى ، و إيراوادى. وتبلغ نسبة ملوحة المياه السطحية للبحر أمام مصب نهر الكنغو نحو ٢٠ فى الألف ثم تزيد إلى نحو ٣٠ فى الألف على بعد ٢٥ كم من خط الساحل (شكل ١٥) . وتبلغ نسبة ملوحة المياه السطحية للبحر أمام مصب نهر إيراوادى نحو ٢٠ فى الألف .

وتختلف كمية الفاقد بفعل التبخر فى المسطح المائى الواحد من فصل إلى آخر تبعاً لكمية الأشعة الشمسية الساقطة وطبيعة تعامدها على سطح مياه البحر من جهة ومواسم سقوط الأمطار فوق هذه المياه من جهة أخرى . فبالنسبة للمسطحات المائية فى العروض المعتدلة تبين أن كمية التساقط تزداد فى الشتاء والخريف ، ومن ثم تقل درجة التبخر خلال هذين الفصلين ، بينما تقل كمية التساقط فى الصيف والربيع وبالتالى تزداد درجة التبخر فى هذين الفصلين . ويؤثر هذا بدوره فى تنوع نسبة الملوحة بالمياه السطحية خلال فصول السنة المختلفة .

ومن نتائج الدراسات التى أجريت بالمياه الساحلية فى النصف الجنوبى من بحر الشمال تبين أن ملوحة المياه السطحية تتشكل بواسطة تيارات مياه المحيط الأطلسى الأكثر ملوحة . وتتجه هذه التيارات (متوسط نسبة ملوحتها ٣٥,٣٠ فى الألف) المائية الآتية من المحيط الأطلسى إلى بحر الشمال عن طريق القنال الإنجليزى جنوباً ، والمعابر المائية حول جزر أوركنى شمالا . وتعمل هذه المياه الأكثر ملوحة على تشكيل مياه بحر الشمال الأقل ملوحة . ويعزى سبب إنخفاض نسبة ملوحة مياه بحر الشمال إلى عظم كمية المياه العذبة التى تصبها الأنهار الكبرى (التيمز ، والهمبر ، والرين ، والإمز) ، بالإضافة إلى المياه العذبة التى إلى بحر البلطيق بعد ذوبان الجليد المتجمع فوق المرتفعات

الساحلية . ومن ثم كانت المياه التي يكتسبها بحر الشمال أعظم كمية من تلك التي يفقدها بالتبخر .

ومن أحسن الأمثلة التي توضح العلاقة بين أثر فعل التبخر ونسبة الملوحة بمياه البحار ، ما يلاحظ عند دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحر الأبيض المتوسط . فتتشكل المياه السطحية في هذا البحر بظروف طبيعية خاصة تتلخص فيما يلي : —

ا — كمية التساقط المحدودة .

ب — كمية المياه المكتسبة من الأنهار لا تغطي الفاقد من مياه البحر .

حـ — عظم فعل التبخر تبعاً لسقوط أشعة الشمس القوية فوق سطح المياه .

ومن ثم ترتفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية لهذا البحر ، وتتجه مياه المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق إلى البحر الأبيض المتوسط على شكل تيارات مائية سطحية أقل ملوحة وكثافة من مياه البحر نفسه . بينما تخرج



(شكل ١٦) أثر التيارات السفلية بالبحر الابيض المتوسط في تعديل ملوحة المياه بالمحيط الاطلسي الشمالي

مياه البحر الأبيض المتوسط عبر هذا المضيق السابق إلى المحيط الأطلسى على شكل تيارات مائية سفلية أعظم ملوحة وكثافة من مياه المحيط الأطلسى . وقد ساهمت هذه التيارات السفلية الأخيرة على تشكيل نسبة ملوحة مياه المحيط الأطلسى ، حيث ترتفع نسبة ملوحة مياه المحيط بالقرب من مضيق جبل طارق وتقل كلما اتجهنا غرباً ، وبعدت كل المياه عن تأثير التيارات السفلية التى تخرج من البحر الأبيض المتوسط (شكل ١٦) .

أما مياه البحر الأسود فنصيبها من المياه المكتسبة من التساقط ومجارى الأنهار التى تصب فى البحر يفوق ما يفقده البحر من مياه بفعل التبخر . ومن ثم تتميز المياه السطحية بإنخفاض نسبة ملوحتها (تتراوح من ١٧--٢٥ فى الألف ، يؤثر ذلك فى المياه السفلية التى تكاد تكون على شكل طبقات مائية ثابتة ، ويندر أن يحدث فيها حركات توازن رأسية لمياه البحر . ولذا تقل كمية الأكسجين فى المياه السفلية للبحر الأسود .

هذا ويمكن تعيين درجة الملوحة بمياه البحر عن طريق استخدام نترات الفضة ومعايرة مياه البحر بها . وهناك مياه قياسية Normal water معبأة فى أنبولات خاصة وتستخدم هذه المياة القياسية لمعايرة مياه البحر . وتبعاً لدراسات «ندسن» وتعيينه الكمية الهالوجينات تمكن تعيين الملوحة بأستخدام المعادلة الآتية :—

الملوحة = ٠,٠٣ + ١,٨٠٥٠ × الهالوجينية .

ومن ثم يتضح أن تعيين نسبة الكلور فى مياه البحر هامة جداً ذلك لوجود علاقة ثابتة بين نسبته وباقى الأملاح فى مياه البحر كما أشرنا من قبل وعلى ذلك من معرفة نسبة الكلوريد فى الماء يمكن حساب نسبة الملوحة كما يلى : —

الملوحة = ١,٨٠٥٠ — نسبة الكلوريدات فى الماء + ٠,٠٣ .

(ثالثاً) اختلاف كمية الاكسجين فى مياه البحار والمحيطات

يعد وجود الاكسجين فى مياه البحار والمحيطات ذات أهمية كبرى ليس فقط لأنه يمثل أهم العوامل التى تساعد على تنشيط الكائنات البحرية، خاصة الدقيقة منها (مثل الدياتوم والفورامنيفرا)، ولكن كذلك لأنه عبارة عن مؤشراً واضحاً يرمز إلى طبيعة حركة المياه فى البحار والمحيطات، وتحديدمدى خصوبتها، والكائنات البحرية التى قد تعيش فيها. من ثم يعتبر كل من الأكسجين وثانى أكسيد الكربون من أهم الغازات المذابة بمياه البحار، هذا على الرغم من أن كمية الأكسجين المذابة فى المياه أقل بكثير من تلك التى تتمثل فى الغلاف الجوى، فبينما تبلغ فى الماء نحو ٩ ملليلتر فى اللتر، تبلغ فى الجو نحو ٢٠٠ ملليلتر فى اللتر. (١)

ويتضح من الدراسات التى أجريت فى مياه المحيط الأطلسى الشمالى أن كمية الأكسجين تزداد فى المياه الواقعة بالعروض العليا، وخاصة عند عمق ٣٥٠ متر حيث تبلغ هنا نحو٦,٢٨ ميلليلتر فى اللتر الواحد. بينما تقل كمية الأكسجين بمياه المحيط االأطلسى فى العروض الدنيا حيث يبلغ المتوسط هنا نحو ٥,٣٠ ملليلتر/لتر. ويوضح الجدول الآتى كمية الأكسجين بمياه المحيط الأطلسى عند دوائر عرض مختلفة وعلى أعماق مختلفة كذلك. (ملليلتر/لتر).

الأكسجين المذاب فى مياه البحر مصدره الأساسى هو الهواء الملامس لسطح البحر وكذلك من تحلل بعض النباتات والأعشاب البحرية. وتتنفس الأسماك عن طريق أستخلاص الأكسجين من مياه البحر بواسطة خياشيمها وتستطيع الأسماك أن تعيش فى مياه قليلة الأكسجين حيث إن احتياجاتها التنفسية أقل بكثير جداً من أحتياجات الكائنات الحية التى تعيش على اليابس ذلك لأن الأسماك لاتتأثر كثيراً بالجاذبية الأرضية كما أنها لا تبذل جهداً كبيراً فى حفظ درجة حرارة أجسامها ثابتة. فدرجة حرارة جسم الأسماك تتساوى تلقائياً مع درجة حرارة المياه التى تعيش فيها تلك الأسماك. ولكن إذا كان التغير فى درجة حرارة المياه فجائياً وسريعاً فإن السمك فى هذه الحالة يذبل ويموت.

كمية الأكسجين بالمياه عندمواقع مختلفة

دائرة عرض / خط طول		٢٧ر٠٥° ش / ١٤ر٠٤° غ	١٩ر٣٣° ش / ٦٨ر٤٨° غ	١٦ر١٩° ش / ٢٧ر٢٧° غ	٤٩ر٣٢° ج / ١٠ر٤٠° غ	٣٧ر٥٨° ج / ٢٣ر٠٤° ش	٤٣ر٦٤° ج / ٤١ر١٤° ش
الأعماق (متر)	٢٠٠٠	٦ر٣٠	٦ر٠٨	٥ر٠٧	٤ر٧١	٤ر٢٥	٤ر٦٨
	٢٥٠٠	٦ر٢٦	٦ر٠٤	٥ر٣٠	٥ر٥٣	٤ر٩٣	٤ر٥١
	٣٠٠٠	٦ر١٧	٥ر٩٩	٥ر٢٧	٥ر٦٥	٥ر٠٢	٤ر٨٩
	٣٥٠٠	٦ر٢٨	٦ر٠٣	٥ر٣٢	٥ر٤٨	٤ر٩٢	٤ر٨٩
	٤٠٠٠	٦ر٣٤	٦ر١٢	٥ر٤٨	٤ر٨٨	٥ر٨٠	٥ر١٤

ويلاحظ كذلك أن كمية الأكسجين بمياه المحيط الأطلسى فى نصفيه الشمالى والجنوبى على عمق ٣٠٠٠متر من سطح المياه أعلى من كمية الأكسجين بالمياه شبه السطحية على عمق ٢٠٠٠متر . ويعزى ذلك إلى عظم حركات التقليب الرأسية بالمياه ، وتأثر المياه السفلية بالكتل المائية المختلفة والتى تعمل على تجديد طبقات المياه : (١)

يتضح من هذا العرض أن مياه المحيط شبه السفلية تتجدد بأستمرار :

= والخياشيم توجد فى غرف متماثلة على جانبى جسم السمكة خلف رأسها مباشرة . ويمر الماء المتدفق عبر الخياشيم من الفم إلى البلعوم ويخرج ثانياً عندمايفتح الغطاء الغيشومى. وفى الأسماك ذات الهيكل الغضروفى مثل القروش تتصل الخياشيم مباشرة بالخارج عن طريق خمسة أو ستة شقوق عرضية . ويموت السمك خنقاً Asphyxiation عند تركه المياه ، ووجوده فى الجو على الرغم من وفرة الأكسجين ، فالهواء يجفف جدران الخياشيم التى تصبح غير قادرة على تأدية وظيفتها . أما الكابوريا (أبوجلمبو) Crabs وجردان البحر Lobsters فيمكنهما البقاء لفترة طويلة خارج مياه البحر تبعاً لقوة خياشيمها ووقايتها ، وأنها لاتجف بسرعة كما هو الحال بالنسبة للأسماك :

1 - King, C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962

وعند تجددها ترتفع بها كمية الأكسجين ، ولكن فى الأعماق البعيدة (أعمق من ٦٠٠٠ متر) تنخفض كمية الأكسجين كثيراً ، ومن ثم تعتمد الكائنات البحرية هنا على الأيدروجين الذائب فى المياه والذى يتحلل من قشور بعض الكائنات البحرية الأخرى .

وفى بعض البحار التى تقل فى مياهها حدوث حركات التقليب أو التوازن الرأسية ، تنخفض كمية الأكسجين بالمياه كثيراً عن كميته بالطبقات السطحية للمياه . فعند مدخل خليج كاليفورنيا تبين أن حرارة المياه السطحية تبلغ نحو ٢٣,٧٨°م ، وترتفع هنا نسبة الملوحة إلى نحو ٣٤,٨٨ فى الألف وتبلغ كمية الأكسجين بالمياه نحو ٥,٠٦ ملليلتر فى اللتر . وعند عمق ٢٠٠ متر فقط من سطح المياه تنخفض حرارة المياه إلى ١١,٥٠°م ، وترتفع نسبة الملوحة بها إلى ٣٥,٧٥ فى الألف ، بينما تقل كمية الأكسجين بالمياه ولا تزيد عن ٠,١٦ ملليلتر فى اللتر :

وعلى ذلك يتضح أن درجة حرارة مياه الخليج تنخفض كلما تغلغلت فى المياه شبه السفلية ، وتقل كذلك كمية الأكسجين بالمياه حتى عمق ١٥٠٠ متر . ويعزى ذلك إلى قلة تعرض مياه الخليج لحركات التقليب الرأسية . ولكن فيما بعد عمق ٢٠٠٠ متر من سطح مياه الخليج تبدأ كمية الأكسجين بالمياه فى الزيادة التدريجية حيث تبلغ هنا نحو ١,٨٤ ملليلتر فى اللتر الواحد . وعلى عمق ٢٥٠٠ متر تبلغ نحو ٢,٣٥ ملليلتر فى اللتر الواحد . ويرجع ذلك إلى أثر التيارات البحرية والكتل المائية السفلية التى تدخل الخليج آتية من مياه المحيط الهادى المجاور . ويوضح الجدول الآتى بعض الخصائص الطبيعية للمياه عند مدخل خليج كاليفورنيا . (٢٠,٠٠° شمالا ، ١٠٨,١٦° غرباً) . (١)

1- Sverdrup, H. U., (The Oceans, ..) Prentice-Hall, Inc. 1962.

الأعماق بالمتر	درجة الحرارة (٥م)	نسبة الملوحة (جزء فى الألف)	كمية الأكسجين (مللياتر/لتر)
سطح الماء	٢٣,٧٨	٣٤,٨٨	٥,٠٦
٢٥	٢٢,٠٠	٣٥,٠٢	٥,٢٠
٢٠٠	١١,٥٠	٢٥,٧٥	٠,١٦
٤٠٠	٨,٧١	٣٥,٥٥	٠,١٠
٨٠٠	٦,٦٩	٣٥,٥٢	٠,٠٧
١٥٠٠	٣,١٠	٣٥,٥٨	١,٠١
٢٠٠٠	٢,٢١	٣٥,٦٣	١,٨٤
٢٥٠٠	١,٨٥	٣٥ ٦٦	٢,٣٥

(رابعاً) كثافة مياه البحار والمحيطات

تتشكل كثافة المياه تبعاً لاختلاف كل من درجة الحرارة نسبة الملوحة بالمياه والضغط الواقع عليها (أى اختلاف عمق المياه).ومن ثم فإن العوامل التى تؤثر فى تغيير هذه الخصائص تؤثر بدورها فى تنوع كثافة المياه . ولما كانت درجة حرارة المياه تختلف من مسطح مائى إلى آخر بل وتختلف فى المسطح المائى الواحد على الأعماق المختلفة ، فإن كثافة مياه البحار تختلف بالكتل المائية أفقياً ورأسياً كذلك . وتحسب الكثافة بالجرام لكل سنتيمتر مكعب :

ويمكن القول بأنه ينجم عن إنخفاض درجة حرارة مياه البحر ،وإزدياد كمية التساقط والمياه التى تصبها الأنهار ، أو بمعنى آخر إنخفاض نسبة الملوحة بالمياه أن تقل كثافة مياه البحر : بينما ينجم عن إرتفاع درجة حرارة مياه البحر ، وتوالى عمليات التبخر الشديدة أى إرتفاع نسبة الملوحة إزدياد

كثافه مياه البحر (١). وإذا كانت المياه السطحية بالبحار أعظم كثافة من المياه التى تقع أسفلها ، نينجم عن ذلك حدوث تيارات رأسية بالمياه تتجه من أعلى إلى أسفل ، أى تتجه المياه الأعظم كثافة أسفل المياه الأقل كثافة . ومن ثم فإن المياه بالطبقات السفلية من المحيط تتميز بعظم كثافتها عن المياه السطحية . ولكن لا يرجع عظم كثافة المياه السفلية هنا إلى إرتفاع درجة حرارتها بل ترجع أساساً إلى إرتفاع نسبة الملوحة بها وعلى ذلك فإن منحنى الكثافة بمياه البحار هو عبارة عن العلاقة المتبادلة بين كل من درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها فى الأعماق المختلفة .

وقد تبين أن متوسط درجة كثافة المياه السطحية للمحيط تبلغ نحو ١,٠٢٥٠ جرام لكل سم٣ ، وعند عمق ٨٠٠ متر من سطح الماء ترتفع كثافة مياه البحر إلى نحو ١,٠٢٨٠ جرام /سم٣ .وتزيد الكثافة كلما تعمقنا فى المياه البعيدة حتى تصل كثافة المياه عند عمق ٢٠٠٠ متر نحو ١,٠٢٩٠ جرام لكل سم٣ .

وقد تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة أن درجة حرارة المياه السطحية بالمسطحات المائية الإستوائية مرتفعة دواماً ،ومع ذلك فإن كثافة المياه بها (حتى فى المسطحات المائية التى ترتفع بها نسبة الملوحة) ، تعد محدودة نسبياً . ويعزى ذلك إلى أن التيارات الصاعدة وحركات التقليب الرأسية فى المسطحات المائية الإستوائية لاتتغلغل إلى الأعماق البعيدة ،بل تحدث فى طبقة مائية سطحية محدودة السمك . أمافى المسطحات المائية البحرية التى يعظم فيها حركات التقليب الرأسية للمياه ، فتتغلغل المياه الأعظم كثافة صوب الأعماق البعيدة . وتصل المياه السطحية الأعظم كثافة إلى الأعماق البعيدة بالمحيط فى حالتين هما :

---

(١) للدراسة التفصيلية فيما يتعلق بكثافة المياه راجع موضوع الكتل المائية فى البحار والمحيطات بهذا الكتاب ص١٧٥.

أ — ارتفاع نسبة الملوحة بالمياه السطحية ، ثم عند تعرضها للبرودة التدريجيا تتغلغل المياه إلى أسفل المياه الأقل منها ملوحة . ويلاحظ عندما تتجه المياه إلى أسفل على شكل تيارات مائية تفقد حرارتها ببطء تبعاً للضغط الواقع عليها . وهذا ما يعرف باسم Adiabatic Cooling ومن أحسن أمثلة ذلك مايحدث لمياه تيار الخليج الدفئ عندما يقترب من جزيرة نيوفوندلاند . حيث تبرد المياه بالتدريج ثم تتغلغل صوب الأعماق البعيدة تبعاً لإرتفاع نسبة الملوحة بها :

ب — إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية ، كما يحدث ذلك عند بداية فصل الشتاء بالمسطحات المائية القطبية حيث تتعرض المياه السطحية للتجمد ، وتتغلغل المياه الباردة إلى أسفل المياه السفلية التي تكون أدفء منها نسبياً . ونتيجة لتكوين الكتل الجليدية والجليد البحرى بالمياه ، ترتفع كذلك نسبة الملوحة بالمياه الباردة التي لم تتجمد بعد . ومن ثم يعظم حركة هبوطها إلى أسفل تبعاً لبرودتها من ناحية وإرتفاع نسبة ملوحتها من ناحية أخرى :

(خامسا) : اختلاف ألوان مياه البحار والمحيطات

على الرغم من أن الماء النقى لا لون له ، الا أن مياه البحار والمحيطات تبدو فى الطبيعة بألوان مختلفة . ففى البحار العميقة المفتوحة Open Oceans خاصة العروض الوسطى والسفلى ، كثيراً ما تظهر مياه البحر باللون الازرق ، بينما تظهر مياه البحر الساحلية باللون الأخضر . وتتشكل مياه البحر باللون البنى الذى يميل الى الحمرة أمام مصبات الأنهار الكبرى وتختلف ألوان مياه البحر من مسطح مائى الى آخر ، اما تبعا للخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه أو تبعا لنوع الكائنات البحرية التى تعيش فيها ، أو نتيجة لأثر كليهما معا . ويمكن أن نلخص أهم العوامل التى تشكل مياه البحار بألوان مختلفة فيما يلى :—

ا — تغلغل أشعة الشمس الضوئية فى مياه البحر ، واختلاف أنواعها تبعا

لأعماق المياه". فتنتشر الاشعة الضوئية الحمراء بالمياه السطحية ، بينما تتغلغل الأشعة البرتقالية فالصفراء فالخضراء فى مياه البحر شبه السطحية بالترتيب :

ب ــ تنوع المواد غير العضوية العالقة ،وتلك المذابة بمياه البحر .

حـ ــ تكوين الشعاب المرجانية ببعض المسطحات المائية الضحلة ، فتضيف إلى مياه البحر اللونين الأزرق والداكن والأزرق الذى يميل إلى البياض.

د ــ تؤثر الطحالب البحرية فى تشكيل ألوان مياه البحر ، فقد تبين أن المياه البنية اللون التى تميل إلى الحمرة بكل من البحر الأحمر وبحر فرميليون Vermilion Sea بخليج كاليفورنيا ،تعزى إلى انتشار الطحالب الحمراء المعروفة باسم Trichodesmium Erythraeum . كما تعمل الطحالب الأخرى المعروفة باسم أنابينا Anabaena على صبغ مياه البحر باللون الأزرق الداكن .(١)

هـ ــ تساهم كائنات الدياتوم Diatoms والدينوفلاجلاتس Dinoflaglates على تشكيل مياه البحر باللون الأخضر :

و ــ عندما تنتشر كائنات الكوكوليثوفورس Coccolithophores بالمياه: تعمل هذه الكائنات على انتشار الزبد الأبيض الذى يعد من أهم الدلائل على وجود أسراب السردين بالمياه . أما إذا قل انتشار كائنات الفيتو بلانكتون والزوبلانكتون بمياه البحر ، فتتشكل مياه البحر باللون الأزرق الصاف ، كما هو الحال فى بحر سرجاسو Saragasso Sea ، ولذلك يقال أن المياه الزرقاء هى من خصائص المياه الصحراوية القاحلة

1- Sverdrup., H. U. et al, (The oceans) ... Prentice-Hall, 1962, 88 - 89 and 783 - 784.

بالبحر « (Blue is the desert colour of the sea) »وقد ساهمت كائنات الزوبلانكتون والفيتوبلانكتون على تشكيل ألوان المياه السطحية ببحر الشمال ، وميزت بين لون كل من نصفيه الشمالى والجنوبى(١) .

(سادسا) التكوينات الجليدية بمياه البحار والمحيطات

تتنوع أشكال التكوينات الجليدية بمياه البحار والمحيطات تبعاً لظروف تكوينها ونشأتها ، ويمكن تصنيفها تبعاً لمصادرها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

ا — **الجليد البحرى : Sea-Ice** . وهو عبارة عن الغطاءات الجليدية التى تتكون فوق أسطح مياه البحر عندما تنخفض درجة حرارة المياه عن نقطة التجمد الخاصة بها . (تختلف نقطة تجمد المياه تبعاً لنسبة الملوحة بها) .

ب — **الجبال الجليدية الطافية Ice-bergs** : وهى عبارة عن كتل جليدية على شكل جبال تطفو بالمياه . ويظهر منها فوق سطح المياه نحو $\frac{1}{9}$ حجمها بينما ينغمر بقية كتلتها ($\frac{8}{9}$ حجمها) أسفل سطح مياه البحر .وتنشأ هذه الجبال الجليدية فوق اليابس فى البداية ، وقدتكون جزء من الثلاجات أو الغطاءات الجليدية العظمى . وعندما ينساب الجليد من المنحدرات العليا إلى المنحدرات السفلى قد يجد طريقه فى النهاية الى البحر المجاور . ومن ثم تنزلق كتل الثلاجات إلى مياه البحر على شكل جبال جليدية طافية تدفعها التيارات البحرية والأمواج والرياح من موقع إلى آخر .

(ا) الجليد البحرى

يتكون الجليد البحرى بأشكال مختلفة حيث يبدو بعضه على شكل غطاء رقيق السمك(بضعة سنتيمترات) متماسك الأجزاء ، بينما يبدو بعضه الآخر

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London, 1962 p. 264 - 388.

على شكل غطاء عظيم السمك (بضعة أمتار) مقسم بواسطة شقوق غير منتظمة الشكل يتراوح إتساع فتحاتها من ٢ – ٥٠ متر. وتساعد العوامل المختلفة الآتية على تنوع أشكال الجليد البحرى : –

ا – الموقع الجغرافى الذى تكون فيه الجليد البحرى، ومدى بعد هذا الموقع عن المسطحات المائية القطبية الباردة.

ب – الظروف المختلفة التى ساعدت على تكوينه (مثل درجة حرارة المياه الباردة) وتلك التى أثرت فى تشكيل مظهره العام وطوفانه. (التيارات البحرية – الأمواج – الرياح – الكتل المائية).

ج – طول الفترة الزمنية التى يتكون الجليد البحرى خلالها (قد تكون عدة أيام أو عدة أشهر).

وعلى الرغم من أن المياه تتجمد عند درجة صفر مئوية إلا أن مياه البحر قد تتجمد عند درجات حرارة متفاوتة تبعاً لنسبة الملوحة بها. فإذا كانت نسبة الملوحة بمياه البحر تبلغ ٣٥ فى الألف، فتتجمد المياه هنا عند درجة حرارة –١,٩°م وهنا يظهر الجليد البحرى على شكل غطاء رقيق السمك فوق سطح مياه البحر، ثم يزداد سمكه بالتدريج من أعلى إلى أسفل، طالما ظلت درجة حرارة مياه البحر دون نقطة تجمد المياه. (١) وإذا كانت درجة حرارة المياه باردة، ولنفرض مثلا –٥°م، فإن الجليد البحرى يعظم تكونه، ويظهر على شكل غطاء يبلغ متوسط سمكه ٦٠ سم فى خلال مدة لا تزيد عن ثلاثة أشهر من بداية نشوئه. أما إذا كانت درجة حرارة المياه باردة جداً (–٢٠°م) وظلت كذلك لمدة ثلاثة أشهر، فيمتد الجليد البحرى فى هذه الحالة على شكل غطاءات واسعة الأمتداد ويتراوح متوسط سمكه من متر واحد إلى مترين.

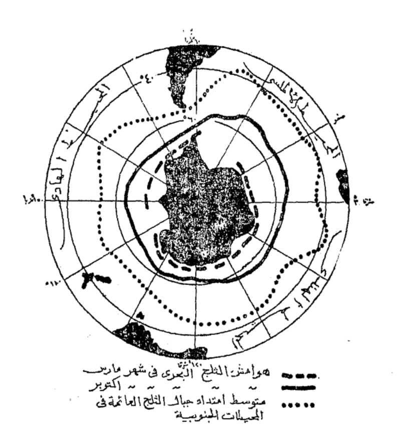
1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London 1962, 110 - 113,

ويعرف الجليد البحرى بالمياه القطبية الباردة حول سواحل قارة أنتارتيكا باسم الجليد البحرى الطافى Pack Ice حيث تعمل الأمواج والتيارات البحرية والرياح على دفع الغطاءات الجليدية المكسرة مسافات بعيدة عن مراكز تكوينها الأصلية . وقد يبدو الجليد الطافى على أشكال غير منتظمة الشكل (قد تكون دائرية - أو قرصية - أوسداسية الشكل) ، إلا أن أسطحها متساوية كما أن جوانبها قد تكون مهشمة. وقد درس الباحث برنيك Brennecke, 1921 (١) إندفاع الجليد البحرى بواسطة الرياح والتيارات البحرية فى بحر وادال . وأوضح أن أتجاه إندفاع الجليد البحرى يكون غالبا على أمتداد زاوية قدرها ٣٤° من اتجاه الرياح السائدة ، وليس ٤٥° كما رجح «إكمان» Ekman من قبل . ويشكل طبيعة أمتداد الجليد البحرى ما قد يعترض مسالكه من كتل جليدية عظمى أو جبال جليدية طافية أو حدوث إنخفاضات جوية تغير من اتجاه الرياح التى كانت سائدة

ونجح الباحثون اليوم ، فى تحديد التوزيع الجغرافى للجليد البحرى بالمياه القطبية الجنوبية ، ومعرفة اختلاف ابعادها خلال أشهر السنة المختلفة (شكل ١٧) . وأوضح ماكينتوش وهيردمان Mackintosh and Herdman (٢) عام ١٩٤٠ أن الأبعاد الهامشية للجليد البحرى خلال شهر مارس لاتتعدى ٥٠ ميلا عن سواحل قارة أنتارتيكا ، بينما فى شهر أكتوبر ، يتقدم الجليد البحرى صوب البحر المجاور وتدفعه التيارات البحرية والرياح ويصل إمتداده إلى دائرة عرض ٥٦° جنوباً فى المحيطين الأطلسى والهندى ، بينما لايندفع أبعد من دائرة عرض ٦٣° جنوباً فى المحيط الهادى (شكل ١٧) .

1- Brennecke, W., (Die Ozeanographischen Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition - 1911 - 1912). Deutsche - Seewarte, Archiv, Bd, 39, Nr. I

2- Mackintosh, N. A and Herdman, H. E. P., (Distribution of the pack-ice in the Southern Ocean), Discovery Reports,V.19., 285 - 296. Cambridge Univ. Press.



(شكل ١٧) التوزيع الجغرافى لامتداد الجليد البحرى ، والجبال الجليدية العائمة

بالمحيطات القطبية الجنوبية

(ب) الجبال الجليدية الطافية

تختلف أشكال الجبال الجليدية الطافية فى المسطحات المائية بنصف الكرة الشمالى عن تلك التى تتمثل بنصف الكرة الجنوبى ،ويعزى ذلك إلى أن مصدر هذه الجبال الجليدية فى المسطحات المائية الأولى هو الثلاجات الجليدية العظمى التى تنكسر كتلها الجليدية المضرسة السطح على طول فتحات الشقوق Cravaces ، بينما تمثل الجبال الجليدية فى المسطحات الثانية أجزاء منفصلة عن الغطاءات الجليدية العظمى المستوية السطح نسبياً والتى تتكون فوق قارة أنتارتيكا :

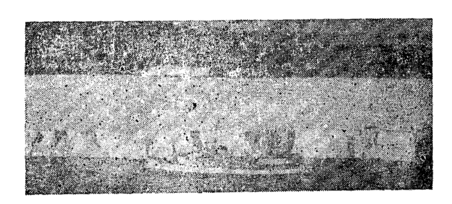
وتتميز الجبال الجليدية الطافية بالمسطحات المائية في محيطات النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، بكونها صغيرة الحجم ،غير منتظمة الشكل ، قد تبدو مقطعة بواسطة الشقوق الجليدية .وتقل هذه الجبال الجليدية حجماً كلما اتجهت في مساراتها صوب العروض المعتدلة. وتتمثل أعظم مراكز تكونها في جرينلند. وفرانزجوسيف لاندFranz-Josef-Land ونوفاياز ميلياNovaya Zan lya وعندماتقترب ألسنةالثلاجات من السواحل الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية لجرينلند، تنزلق على شكل جبال جليدية طافية في مياه المحيط .(١) وتنغمر هذه الجبال الجليدية في المياه بحيث لايظهر منها فوق سطح المياه سوى ١١٪ من حجمها تقريباً .ويعمل تيار شرق جرينلند وتيار لبرادور على دفع هذه الجبال الجليدية نحو الجنوب إلى أن تتجمع جبال الجليد على شكل سلسلة طولية متقطعة تتألف من الجبال الجليدية الطافية وتمر خلال ممر بها المشهور باسم «بوابة الجبال الجليدية» الذي يقع إلى الشرق مباشرة من حوض الجراندبانك فيما بين دائرتي عرض ٤٣°—٤٧° شمالا . وتقل الجبال الجليدية حجماً كلما بعدت عن مناطق نشأتها في الشمال إلى أن تتلاشى تقريباً عندما تصل دائرة عرض ٢٦° شمالا .ويختلف حجم هذه الجبال الجليدية وعدد مجموعاتها من عام إلى آخر تبعاً لظروف تكوين نشأة الثلاجات والغطاءات الجليدية فوق جرينلاند .

أما في المسطحات المحيطية بنصف الكرة الجنوبي ، فتتميز الجبال الجليدية الطافية بعظم حجمها .وقد تبدو على شكل جبال جليدية عظية الإرتفاع ، منتظمة الشكل ،تطفو فوق سطح الماء .وغالبا ما تكون أعاليها مستوية السطح وقد لوحظ أن بعض الجبال الجليدية تبدو على شكل سلسلة جبلية متصلة بعضها بالبعض الآخر وقد يبلغ طولها نحو ٦٠ ميلا(١). إلاأن المتوسط العام لطول هذه الجبال الجليدية في المياه المحيطية بنصف الكرة الجنوبي يتراوح من ٢—٤ ميل

1- Smith, E. H., (Ice in the sea) Nat. Research Council. Bull. No. 85 (1932) Washington, D. C.

بينما يتراوح إرتفاعها من ٢٠–٤٠م فوق سطح الماء (لوحة ١٥).

وتعد الغطاءات الجليدية العظمى التى تتجمع فوق قارة أنتارتيكا المصدر الرئيسى لهذه الجبال الجليدية الطافية بالمياه المحيطية فى نصف الكرة الجنوبى . ويختلف عدد مجموعات الجبال الجليدية الطافية من عام إلى آخر. وقد تبين أن أعظم سنوات تجمعها وطوفانها بمياه المحيطات الجنوبية كانت خلال أعوام ١٨٣٢ ، ١٨٥٤ ، ١٨٩٣ ، ١٨٩٧ ، ١٩٢٢ . وتطفو الجبال الجليدية شمالا



(لوحة ١٥) الجبال الجليدية الطافية حول سواحل قارة أنتارتيكا
(لاحظ إستواء أسطحها العليا)

نحو العروض المعتدلة ، ويساعد على دفعها كل من الرياح والأمواج والتيارات البحرية . وقد تصل هذه الجبال الجليدية بمياه المحيط الأطلسى الجنوبى حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً ، بينما تصل إلى دائرة عرض ٤٥° جنوباً بمياه المحيط الهندى ، ودائرة عرض ٥٠° جنوباً بمياه المحيط الهادى الجنوبى . (شكل ١٧) : وهناك بعض المشاهدات التى تشذ عن هذه البيانات العامة الخاصة بطوفان الجبال الجليدية العائمة ، حيث شوهدت بعض الجبال الجليدية الطافية المنفردة فى يوم ٣٠ أبريل ١٨٩٤ فى مسطح مائى يقع عند دائرة عرض ٢٦,٣٠° جنوباً وخط طول ٣٥,٤٠° غرباً (١) .

1- Shepard, F. P., (Submarine Geology), 2 end edi. 1963, New York.

الفصل السابع

الكتل المائية بالبحار والمحيطات

Water - Masses

الكتلة المائية هى عبارة عن جزء من مياه البحر «تحت السطحية» تتميز بأنها متجانسة أوشبه متجانسة من حيث خصائصها الطبيعية والكيميائية. ويلاحظ أنه يمكن تصنيف مياه البحر تحت السطحية إلى كتل متنوعة لكل منها خصائص معينة ، أما المياه السطحية فى البحار والمحيطات فتتميز بأنها غير مستقرة وتتنوع صفاتها العامة وخصائصها الطبيعية من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد . وعلى ذلك فيقصد بكتل المياه هى كتل المياه تحت السطحية بنحو ٣٠ قدم تحت سطح مياه البحر ، وتختلف من حيث السمك من مكان إلى آخر ، وقد يقع أسفل منها كذلك كتل مياه أخرى متوسطة العمق ، وأخرى عميقة Deep water Mass .

وتعد درجة حرارة المياه ، ونسبة ملوحتها أهم العوامل التى تميز الخصائص العامة للكتلة المائية وعليهما تتنوع كثافة المياه . وحيث إن المياه الأكبر كثافة تتجه إلى أسفل المياه والأقل كثافة ، لذا فقد تشكلت البحار والمحيطات بكتل مائية مختلفة متراكب بعضها فوق بعض بحيث تمثل كتل المياه تحت السطحية Subsurface Water مياهاً أقل كثافة ومن كتل المياه العميقة . وقد أصبحت دراسة الكتل المائية فى البحار والمحيطات من أهم دراسات الأقيانوغرافيا

الطبيعية فى الوقت الحاضر ، ذلك لأنها تربط بين العوامل المختلفة التى تؤثر فى تشكيل الخصائص الطبيعية للمياه من مكان إلى آخر بل وفى نفس المكان على أعماق مختلفة .

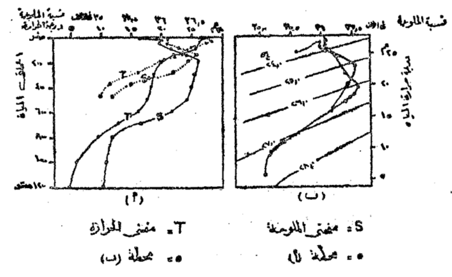
وهناك نقطة هامة وهى أن عامل كثافة المياه وحده لا يمكن أن يتخذ أساساً عند تصنيف مياه البحار والمحيطات إلى كتل مختلفة لكل منها خصائص طبيعية معينة . ذلك لأنه قد نلاحظ وجود كتلتين مائيتين درجة كثافة كل المياه فيهما واحدة ومتشابهة تماماً ، إلا أن صفاتهما الطبيعية ليست متشابهة . فقد تتميز الكتلة الأولى مثلا بإرتفاع درجة الحرارة وإنخفاض نسبة الملوحة (مثل المياه أمام المصبات بعض الأنهار ...) بينما تتميز الكتلة الثانية بإنخفاض درجة الحرارة وإرتفاع نسبة الملوحة . وعلى ذلك كان من الضرورى عند التمييز بين الكتل المائية المختلفة أن توضح درجة حرارة ونسبة ملوحة مياه كل من هذه الكتل .

وقد رجح الأستاذ هيلاند هانسن Helland - Hansen عام ١٩١٦ أنه يمكن إيضاح درجة حرارة ونسبة ملوحة الكتل المختلفة من المياه فى قطاعات خاصة تعرف باسم قطاعات الملوحة ــ الحرارة Temperature- Salinity Diagrams وللاختصار تعرف باسم T.S. Diagrams وتتألف هذه القطاعات من محورين ، المحور السينى ويوضح درجة حرارة المياه والمحور الصادى يوضح نسبة ملوحة المياه . وقد أوضح هانسن أنه يمكن توقيع درجة حرارة عينات مياه البحار بالنسبة لأعماقها المختلفة التى تمثلها . ومن ثم أنشأ قطاع حرارة المياه حسب أعماقها المختلفة (شكل ١٨ ــ ١)

ويتألف هذا القطاع من محورين الأول يوضح درجة الحرارة ونسبة ملوحة المياه ، والآخر يوضح الأعماق .

ثم أوضح هانسن بأنه يمكن إيضاح العلاقة بين حرارة المياه واختلاف نسبة

= ملوحتها قطاع آخر دون الأشارة إلى أعماق المياه. ذلك لأنه من المعلوم أن المياه تزداد كثافة كلما اتجهنا إلى أسفل ، كما أن درجة حرارة المياه تنخفض بالأعماق البعيدة عامة ، وتزداد نسبة الملوحة صوب هذه الأعماق . وعلى ذلك فتؤخذ عينات المياه وتسجل درجة حرارتها ونسبة ملوحتها ، وتمثل كل عينة نقطة معينة في القطاع وعندما ينشأ خط يصل بين هذه النقط المختلفة ، يتكون قطاع الملوحة — الحرارة لعينة المياه. (شكل ١٨ — ب) وقد وجد أن قيم درجات الحرارة والملوحة في عمود رأسي من الماء ترتب نفسها تبعاً العمق المياه :



(شكل ١٨) ا — نسبة ملوحة عينات من المياه واختلاف درجة حرارتها ، موقعة حسب أعماقها
ب — نفس عينات المياه السابقة فى قطاع الحرارة — الملوحة ، دون الاشارة الى أعماقها ويظهر كذلك خطوط الكثافة المتساوية (σt) .

وعند معرفة حرارة المياه ونسبة ملوحتها يمكن تحديد كثافة المياه ، وعلى ذلك رجح هيلاند — هانسن إنشاء خطوط الكثافة المتساوية والمعروفة باسم (سيجمات Sigma$_t$) ، σ_t) ، ويمكن وضعها على قطاعات الملوحة — الحرارة — (شكل ١٨ — ب) :

وتتوقف الكثافة على ثلاثة عوامل رئيسية ، هى الحرارة ، الملوحة ، والضغط

= ويدل عليها بإعطاء الكثافة الرمز (P «روو») . وعند درجة حرارة وملوحة وضغط معينة يرمز للكثافة بما يلى P. S. δ. P. حيث إن :

S = الملوحة .

δ = الحرارة .

P = الضغط .

وحيث إن كثافة مياه البحر هى فوق الرقم ١ دائماً ، (جرام واحد/سم٣) : أى عادة نحو ١,٠٢٥٧٥ .

فقد اصطلح عند التعامل بالأرقام على الأخذ بأن كثافة مياه البحر هى : σ . S. δ. P. = أو بمعنى آخر نتجاهل الرقم الصحيح ، وكذلك الجزء العشرى من مقدار كثافة المياه ونكتفى بالكسور الأخرى وذلك لإختصار المساحات فى الجداول اللوغاريتمية الخاصة بتحديد الكثافة وعلى ذلك تحدد σ S. δ. P. كما يلى (كثافة المصطلح عليها) σ S. δ. P. = ١٠٠٠ × (كثافة المياه الفعلية P S. δ. P. —١) :

وعندما تكون P S δ. P. = ١,٠٢٥٧٥ جرام /سم٣ مثلا ،

فإن σ S. δ. P. = ١٠٠٠ × (١,٠٢٥٧٥) —١

= ٢٥,٧٥ :

= ٧٥ و١٠٢٥ — ١٠٠٠ :

فإذا كانت كثافة عينة من مياه البحر عند عمق معروف ودرجة حرارة معينة ، فتعرف بالكثافة الفعلية الموضعية لهذا الموقع ويرمز لها بالرمز P. S. δ. P. ويعبر عنها تفادياً لكثرة الأرقام بالرمز σ S, δ. P. (الكثافة المصطلح عليها بعد اختصار الأرقام) ولكن عند قياس الكثافة عند الضغط الجوى وفى درجة حرارة (δ°م) ، فإن القيمة المساوية ثابت (σt)

وعند الضغط الجوى ودرجة حرارة صفر °م ، فإنها تكتب صفر σ ؛ وفى هذه الحالة الأخيرة تتوقف كثافة المياه على نسبة الملوحة فقط ؛

- ولإيجاد الكثافة عند درجات حرارة وضغط أخرى فيجب أن يعرف تأثير التمدد بالحرارة وقابلية الضغط .

ومن العلاقة بين صفر σ مع الملوحة وباستخدام الجداول (جداول نلدسون)فإنه يمكن استنتاج صفر σ_t وبالتالى الكثافة عند درجات الحرارة والضغط المختلفة . وعلى ذلك استنتجت العلاقة الآتية :

$\sigma_t =$ صفر σ + د

والكمية (د) دالة مركبة للمقدار صفر σ ، والحرارة وممثلة فى جداول نلدسون Kendson وقد انشئت جداول لاستنتاج قيمة σ_t من قيم الملوحة ودرجات الحرارة المناظرة .

وقد تبين أن هناك علاقة واضحة بين خطوط الكثافة المتساوية σt ومنحنيات الملوحة — الحرارة على القطاع الخاص بهما . فإذا كانت خطوط الكثافة المتساوية أفقية أوعمودية على منحنيات الملوحة — الحرارة ، فهذه تدل على أن المياه مستقرة ، أما إذا كانت الخطوط مائلة أو متوازية لمنحنيات الملوحة — الحرارة ، فهذه تدل على أن كتل المياه غير مستقرة .(شكل ١٨—ب)

وعند تمييز الكتل المائية المختلفة وتحديد خصائصها الطبيعية ،وخاصة درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها ، فهناك مشكلة هامة تتلخص فى تحديد مدى استقرار الكتل المائية وثباتها ، وهل التسجيلات الخاصة بالحرارة والملوحة عبارة عن متوسطات لعينات المياه المختلفة أم هى تسجيلات فعلية لجزء معين من المياه ؟ وعلى ذلك فقد رجح فيست Wust عام ١٩٣٥(١)بأنه يمكن تحديد الكتل المائية المختلفة بواسطة تسجيل أعلى درجات الحرارة وأعظم نسب الملوحة . وأطلق على هذه الطريقة اسم «(Core Method)» ،وذلك بدلا من قراءة كل الدرجات المختلفة لعينات المياه وحساب متوسطاتها .

1- Wust, G., (Die Stratosphare), Deutsche Atlantische Exped. Meteor (1925-1927), Wiss, Erg. Bd, 6 (1935).

وقبل أن ندرس خصائص الكتل المائية وتكوينها وتوزيعها الجغرافى فى مياه البحار والمحيطات ، ويحسن أن نشير كذلك إلى العلاقة المتبادلة بين كل من درجات الحرارة ونسبة الملوحة فى مياه البحار المختلفة ، ذلك لأن هذه العلاقة تلقى بعض الضوء على دراسة تكوين هذه الكتل وكيفية تصنيفها إلى كتل مائية مختلفة .

ومن بين الدراسات الهامة التى أجريت فى هذا الصدد ، هى دراسة كل من كوكرين Cochrane الذى قام بدراسة الخصائص الطبيعية للمياه السطحية بالمحيط الهادى عام ١٩٥٦ ، والباحث بولاك Pollak الذى درس الخصائص الطبيعية لمياه المحيط الهندى عام ١٩٥٨ ، أما الباحث مونتجمرى Montgomery فقد طبق دراساته على كل المسطحات المائية فى بحار العالم المختلفة ، مع العناية الخاصة بدراسة المحيط الأطلسى وذلك عام ١٩٥٨ . وقد أعتمدت دراساتهم على أساس أخذ قراءات متتالية خلال فصول السنة المختلفة لكل من عنصرى الحرارة والملوحة فى أجزاء متعددة من المسطحات المائية ، وإنشاء قطاعات الحرارة — الملوحة T, S. Diagrams حتى يسهل استنباط المعلومات الخاصة عن الخصائص الطبيعية للمياه من جهة وإنشاء خطوط الكثافة المتساوية (سيجما σ_t) بكل محيط من جهة أخرى . وعلى ذلك أصبح من السهل تصنيف الكتل المائية تحت السطحية ، والعميقة فى بحار العالم المختلفة .

وتبعاً للدراسات التى أجريت بالمسطحات المائية فى المحيط الهادى تبين أن درجات الحرارة فى النصف الشمالى أعلى منها فى النصف الجنوبى ، وقد يعزى ذلك إلى عظم إتساع النصف الشمالى من المحيط فى العروض المدارية . أما بالنسبة للملوحة فقد أثبتت نتائج البحوث الأقيانوغرافية أن أعلى نسب الملوحة وأقلها تمثل فى النصف الشمالى من المحيط الهادى . ولذا يمكن القول بأن كثافة المياه فى النصف الشمالى من المحيط أعلى منها نسبياً فى النصف الجنوبى منه .

وإذا تحدثنا عن المياه العميقة فى المحيط الهادى فيلاحظ أن درجة حرارتها

أقل بلاشك من حرارة المياه السطحية التى تعلوها. ومن الملاحظات الهامة، تبين أن متوسطات درجات حرارة هذه المياه العميقة ونسبة ملوحتها كانت تتراوح فيما بين ١,٥ ٢م بالنسبة للحرارة ، ٣٤,٦٥ فى الألف بالنسبة للملوحة. ذلك لأن نحو ٣٣٪ من العينات المختلفة للمياه تتراوح درجة حرارتها من ١° إلى ٢°م، ونسبة ملوحتها تتراوح فيما بين ٣٤,٦٠ إلى ٣٤,٧٠ فى الألف. وتوضح هذه البيانات أن المياه العميقة بالمحيط الهادى شبه متجانسة إلى حد كبير .

وقد لاحظ الباحث بولاك Pollak نفس النتائج بالنسبة للمحيط الهندى ورجح أن المياه العميقة فى المحيط الهندى تتميز بتجانسها العام من حيث خصائصها الطبيعية. وقد أوضح أن أكثر من ٣٥٪ من المياه العميقة فى المحيط الهندى تتراوح درجة حرارتها فيما بين ٠,٥ إلى ٢,٠°م، بينما تتراوح نسبة ملوحتها من ٣٤,٧٠ إلى ٣٤,٨٠ فى الألف. ولكن تتميز مياه البحر الأحمر والخليج العربى بإرتفاع نسبة الملوحة نسبياً ذلك لأنها تتراوح فيهما من ٣٨,٥٠ إلى ٤٠,٠٠ فى الألف .

أما الباحث مونتجمرى فقد درس الخصائص الطبيعية لكتل المياه العميقة فى بحار العالم المختلفة وأنشأ لكل منها قطاعات الحرارة -الملوحة الخاصة بها. وعند دراسة قطاعات الحرارة الملوحة للمياه العميقة فى حوض البحر الأبيض المتوسط، تبين أن المياه فى القسم الشرقى منه تتميز بإرتفاع درجات الحرارة والملوحة والكثافة بالمقارنة بالمياه العميقة فى القسم الغربى . أما مياه البحر الأسود فتتميز بدورها بإنخفاض درجة حرارتها وقلة نسبة ملوحتها وبالتالى إنخفاض كثافتها. وقد ذكر مونتجمرى كذلك أن المياه العميقة فى المحيط الهادى تعد أعظم تجانساً من أى مياه فى المحيطات الأخرى، بينما المياه العميقة فى المحيط الأطلسى تعد أقل تجانساً من أى مياه عميقة فى المحيطات الأخرى.

التوزيع الجغرافى للكتل المائية فى البحار والمحيطات

يؤثر اختلاف كثافة المياه فى التوزيع الأفقى والرأسى لكتل المياه بالبحار والمحيطات ،حيث تنحدر الكتل المائية العظيمة الكثافة بالتدريج إلى الأعماق البعيدة متجهة أسفل الكتل المائية الأقل كثافة. وبالتالى أمكن تصنيف الكتل المائية عامة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — الكتل المائية السطحية القليلة الكثافة .

ب — الكتل المائية العميقة العظيمة الكثافة .

وقد وضع الباحثون تصنيفات مختلفة لأنواع هذه الكتل المائية وتوزيعها الجغرافى فى البحار والمحيطات ،إلاأن تقسيم الباحث سفردرب Sverdrup الذى وضعه منذعام ١٩٤٦(١) يعد من أحسن التقاسيم .وقد ميز سفردرب الكتل المائية بالبحار والمحيطات رأسياً إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

أ — الكتل المائية السطحية

ب — الكتل المائية العميقة .

وتشمل كل مجموعة كتلا مائية مختلفة تبعاً لتنوع درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها .وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى الخصائص الطبيعية لبعض الكتل المائية فى البحار والمحيطات المختلفة :

(أولا) الكتل المائية السطحية فى المحيط الأطلسى

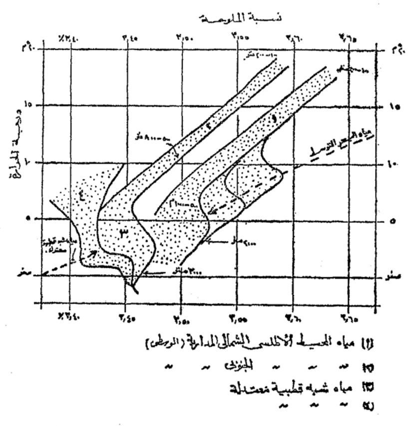
(١) كتل المياه المدارية فى المحيط الاطلسى الشمالى :

تشغل هذه الكتلة الجزء الأعظم من النصف الشمالى للمحيط الأطلسى،

1- Sverdrup, H. U., (The oceans...) Prentice-Hall, Inc. 1946, 1962

إلا أنها تظهر ممثلة بوضوح فى المساحات المائية المحدودة الأعماق نسبياً .
وتختلف قيم درجات الحرارة ــ الملوحة فى الأجزاء المختلفة من هذه الكتلة تبعاً لموقعها الجغرافى من ناحية ، والعوامل الطبيعية (التيارات البحرية ــ الأمواج ــ الأشعة الشمسية ....) التى تؤثر فيها من ناحية أخرى. فتتنوع درجة حرارة المياه من ٨°م إلى ١٩°م بينما تتراوح نسب الملوحة فيها من ٣٥,١٠ فى الألف إلى ٣٦,٧٠ فى الألف .

ويرجح الأستاذ سفردرب أن هذه الكتلة المدارية تكون محلياً فى النصف الشمالى من المحيط الأطلسى ، ولم تؤثر فيها عوامل خارجية أو تندمج فيها كتل مائية مختلفة آتية من مناطق بعيدة تؤثر فى الخصائص الطبيعية المميزة للكتلة المائية المدارية . وتعكس الخصائص الطبيعية للكتلة المائية المدارية



(شكل ١٩) قطاعات الحرارة ــ الملوحة للكتل المائية فى المحيط الأطلسى

طبيعة الغلاف الجوى والهواء الملامس لسطح المياه فى هذه المنطقة . وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن أساس تكوين هذه الكتل المائية يعزى إلى عظم سقوط الأشعة الشمسية على سطح المياه وبالتالى عظم درجة التبخر ، بالأضافة إلى قلة الأمطار الساقطة ، ونجم عن كل ذلك إرتفاع نسبة ملوحة المياه السطحية وعظم درجة كثافتها وهبوط إلى أسفل وصعود المياه الأقل كثافة إلى السطح . ومن ثم تشكلت هذه الكتلة المائية بحركات المياه الرأسية وهبوط الكتل المائية الأعظم كثافة إلى الأعماق البعيدة خاصة خلال فصل الشتاء البارد (شكل ١٩) .

وقد اتضح كذلك أن متوسط سمك هذه الكتلة المائية يختلف من جزء إلى آخر تبعاً لمدى تأثر أجزاء هذه الكتلة المائية المدارية بالتيارات البحرية والأمواج وفعل الرياح . وقد لوحظ أن كتل المياه المدارية التى تقع على الجانب الأيمن لسير اتجاهات التيارات البحرية تتميز بعظم سمكها بينما يقل سمك هذه الكتلة المائية بشكل واضح على الجانب الأيسر لأتجاه التيارات البحرية ، ويرجع ذلك إلى أثر حركة دوران الأرض . ويبلغ أعظم سمك لهذه الكتلة المائية نحو ٩٠٠ متر فى بحر سرجاسو Sargasso Sea ولكن لايزيد متوسط سمكها عادة عن ٢٠٠ متر فى معظم أجزائها .

وحيث تتركز هذه الكتلة المائية المدارية فى مياه المحيط الأطلسى فيما بين دائرتى عرض ٣٠°، ٤٠° شمالا ، فإن التيارات المائية تغير اتجاه سيرها ، ويختلف سمكها من مكان إلى آخر تبعاً لتأثير حركة دوران الأرض فى تشكيل الإتجاه العام للتيارات البحرية والأمواج السطحية بالكتلة المائية المدارية ، من جهة أخرى .

(٢) كتلة المياه المدارية فى المحيط الاطلسى الجنوبى :

تشغل هذه الكتلة مساحة كبيرة من النصف الجنوبى للمحيط الأطلسى ، وتظهر بوضوح فيما بين دائرتى عرض ١٠°، ٢٥° جنوباً . وتشابه هذه الكتلة

.لمائية عامة الكتلة المائية المدارية فى المحيط الأطلسى الشمالى إلا أن درجة حرارة مياهها أقل حرارة نسبياً وأقل ملوحة كذلك . كما أن كتلة المياه المدارية فى المحيط الأطلسى الجنوبى أكثر تجدداً من كتلة المياه المدارية فى المحيط الأطلسى الشمالى . وتتراوح درجة حرارة كتلة المياه المدارية فى المحيط الأطلسى الجنوبى من ٦° إلى ١٨°م ، وتختلف نسبة ملوحتها من ٣٤,٥٠ إلى ٣٦,٠٠ فى الألف . ويبلغ متوسط سمك هذه الكتلة المائية نحو ٦٠٠ متر .

وتبعاً لوقوع هذه الكتلة المائية بجوار المنطقة الإستوائية وفى نطاق العروض المدارية ، تأثرت الخصائص الطبيعية العامة لهذه الكتلة ، وحركة الرياح والتيارات واتجاهاتها بفعل تأثير حركة دوران الأرض. وحيث إن خط الإستواء الحرارى يقع دائماً إلى الشمال من دائرة عرض ٥° شمالا ، فإن الأطراف الشمالية لكتلة المياه المدارية فى المحيط الأطلسى الجنوبى قد تتجه أحياناً مع حركة التيارات البحرية إلى الشمال من خط الإستواء . وتبعاً لاختلاف كثافة الطبقات المائية السطحية والسفلية لهذه الكتلة فإن أهم ما يميزها ، استمرار تجدد طبقاتها تبعاً لاتجاه الطبقات المائية الأكبر كثافة إلى أسفل الطبقات المائية الأقل كثافة .

(٣) كتل المياه المعتدلة وشبه القطبية والقطبية :

ويقع إلى الشمال والجنوب من الكتل المدارية فى المحيط الأطلسى كتل مختلفة من المياه المعتدلة وشبه القطبية والقطبية لكل منها خصائصها الطبيعية التى تميزها عن غيرها من الكتل الأخرى . فإلى الشمال من الكتلة المائية المدارية من المحيط الأطلسى الشمالى تتمثل كتلة عظيمة الأمتداد تعرف باسم كتلة المياه النرويجية حيث إنها تحتل معظم حوض البحر النرويجى . وتتأثر مياه هذه الكتلة بحركة تيارات بحر برنتس Barents Sea والبحر القطبى الشمالى . كما تتأثر الأطراف الجنوبية لهذه الكتلة بالتيارات البحرية الآتية من البحر المتوسط والتى تتميز بإرتفاع درجة حرارة المياه وعظم نسبة ملوحتها (نحو

٣٥,٢ فى الألف) إذا ما قورنت بالخصائص الطبيعية لمياه الكتلة نفسها. (شكل ١٩)

وإلى الشمال من هذه الكتلة الأخيرة تمتد كتلة المياه القطبية .وتتميز مياه هذه الكتلة بإنخفاض درجة ملوحتها خاصة بالقرب من مصبات الأنهار السيبيرية وفى المسطحات المائية إلى الشمال من سبتزبرجن Spizbergen تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٣٢ فى الألف ،وعلى طول الرفرف القارى السيبيرى تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٢٩,٦٧ فى الألف خلال شهر مايو . وعندما تشتد عملية ذوبان الجليد فى أواخر فصل الصيف ،تساهم المياه المذابة التى تصب فى البحر على تكوين طبقة سطحية من المياه تكاد تكون عذبة تماماً، ويقع أسفلها مياه الرفرف السيبيرى الأكثر ملوحة .وتبلغ متوسط درجة حرارة المياه نحو ٤°م ،أما نسبة الملوحة فتختلف من ٣٥,١٠ إلى ٣٥,٧٠ فى الألف . وتحتل كتلة المياه الأعماق الواقعة فيما بين ٧٥–٤٠٠م أسفل المياه السطحية شبه العذبة .

وفى النصف الجنوبى من المحيط الأطلسى إلى الجنوب من كتلة المياه المدارية فيه ،تكاد تتمثل نفس الكتل المائية التى صنفت بالمحيط الأطلسى الشمالى . وتتشابه هذه الكتلة مع مثيلتها فى النصف الشمالى من المحيط ،من حيث الخصائص الطبيعية للمياه.إلاأن هذه المياه أقل حرارة وملوحة من مياه النصف الشمالى تبعاً لإتساع المسطحات المائية فى النصف الجنوبى من المحيط الأطلسى.

ومن بين الكتل المائية التى تتمثل إلى الجنوب من الكتلة المائية المدارية فى المحيط الأطلسى الجنوبى ،كتلة المياه شبه القطبية الجنوبية .وتعتبر هذه الكتلة المائية كتلة إنتقالية فيما بين كل من الكتلة المائية المدارية شمالا والكتلة المائية القطبية –الأنتارتيكيه– جنوباً .وأهم مايميز هذه الكتلة إنخفاض درجة حرارة مياهها وإنخفاض نسبة الملوحة بالمياه السطحية .ويؤثر فى تعديل خصائصها

الطبيعية العامة كل من الهواء الملامس لسطح المياه فى هذه العروض، وحركة التيارات البحرية والرياح والأمواج ،ومدى إتساع اليابس والماء.وتتمثل هذه الكتلة المائية الإنتقالية فى المحيط الأطلسى الشمالى إلا أنها تقتصر على تلك المياه التى تحيط بجزيرة نيوفوندلاند .وقبل الحديث عن الخصائص الطبيعية للكتل المائية بالمحيطات الأخرى يحسن أن نشير كذلك إلى طبيعة هذه الكتل المائية وخصائصها الطبيعية العامة بالبحار الداخلية وخاصة بالبحر الأبيض المتوسط .

الكتل المائية فى البحر الأبيض المتوسط

تعد مياه البحر الأبيض المتوسط من الناحية الأقيانوغرافية مياه حوضية Basin water masses حيث لاتتصل بمياه المحيط الأطلسى إلا عن طريق مضيق جبل طارق كما تربطها قناة السويس المحدودة الاتساع بمياه البحر الأحمر وقد صنفت مياه حوض البحر الأبيض المتوسط إلى كتل مائية سطحية مختلفة لكل منها خصائصها الطبيعية المميزة وتتلخص فيما يلى : —

ا — كتلة مياه البحر الأسود :

ب — كتلة مياه البحر التيرانى :

جـ — كتلة مياه غرب البحر الأبيض المتوسط (حول جزر البليار) وساحل الجزائر :

د — كتلة مياه شرق البحر الأبيض المتوسط :

تتشابه هذه الكتل المائية السطحية مع الأقسام الطبيعية العامة لحوض(١) هذا البحر ،حيث عملت أشباه الجزر الواقعة فيه على تقسيمه لعدة أحواض ثانوية وتشمل مايلى : —

---

١ —يقصد بتعبير «حوض البحر الأبيض المتوسط» هنا المسطحات المائية المختلفة لهذا البحر دون الأشارة إلى اليابس الذى يكتنفه .

ا ـ حوض الجزائر ، الذى يشغل المسطحات المائية المحصورة بين ساحل الجزائر والسواحل الغربية لجزيرتى سردينيا وكورسيكا .

ب ـ الحوض التيرانى Tyrrhenian Basin الذى ينحصر بين الساحل الغربى لشبه جزيرة إيطاليا والسواحل الشرقية لجزيرتى سردينيا وكورسيكا .

ـ حوض وسط شرق البحر الأبيض المتوسط (أيونيان Ionian Basin) الذى يمتد إلى جنوب إيطاليا واليونان .

د ـ حوض شرق البحر الأبيض المتوسط (ليفانتين Levantine Fasin) الذى يشغل المياه التى تمتد أمام سواحل الشام والساحل الجنوبى لتركيا .

وفى مياه البحر الأبيض المتوسط الحقيقى (فيما عدا البحر الأسود) يفوق مقدار الفاقد عن طريق التبخر مقدار المكتسب من التساقط وما تصبة الأنهار ، فى البحر . وعلى ذلك تميزت مياه البحر الأبيض المتوسط بإرتفاع درجة حرارتها وزيادة نسبة الملوحة بها ، وينجم عن إختلاف كثافة المياه السطحية والعميقة فى البحر خلال فصل الشتاء تكوين كتل مائية عميقة ذات ملوحة مرتفعة وتنتشر فى أجزاء مختلفة من مياه البحر بمساعدة حدوث التيارات التصاعدية الرأسية . وفى مياه البحر الجزائرى تمتزج مياه المحيط الأطلسى بمياه البحر الابيض المتوسط وسرعان ما تفقد الأولى خصائصها الأطلسية ، وترتفع نسبة الملوحة تدريجياً ، إلى أن تصبح نحو ٣٧ فى الالف ويلاحظ أن نسبة ملوحة مياه البحر الأبيض المتوسط تقل نسبياً أمام مصبات الأنهار الكبرى وتأخذ نسبتها فى الإرتفاع التدريجى كما اتجهنا صوب الجانب الشرقى من الحوض إلى أن تبلغ نحو ٣٩ فى الألف أمام ساحل لبنان وساحل سوريا .

وتبعاً لأختلاف درجة تعامد الأشعة الشمسية من فصل إلى آخر ، وسقوط الأمطار الإنخفاضية فوق أجزاء حوض البحر الأبيض المتوسط خلال فصل الشتاء ، تختلف درجة حرارة المياه السطحية من فصل إلى آخر كذلك

ويبلغ المدى الحرارى السنوى للمياه السطحية فى البحر الأبيض المتوسط عامة نحو ٩°م ،وقد يزيد عن ذلك أمام سواحل الريفيرا ،وفى الجزء الشمالى من بحر الادرياتيك حيث يبلغ نحو ١٣°م .

وتبعاً لاختلاف الخصائص الطبيعية لطبقات المياه المختلفة فى مياه هذا البحر أمكن تصنيف المياه رأسياً كذلك إلى عدة طبقات مائية متعاقبة فوق بعضها تتمثل فيما يلى : —

١ - كتلة المياه السطحية : Surface Water

وتتمثل هذه الكتلة فى الأعماق التى تقع بين ١٠٠—٢٠٠ متر من سطح البحر .ويلاحظ أن هناك اختلاف واضحاً فى الخصائص الطبيعية للمياه السطحية بالقسم الغربى والقسم الشرقى للبحر الأبيض المتوسط . ذلك لأن الأولى تتميز بإنخفاض حرارة المياه وقلة نسبة الملوحة والكثافة بها ،إذا ما قورنت بكتل المياه فى القسم الشرقى من الحوض .ففى القسم الغربى من حوض البحر الابيض المتوسط تبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ١٠٠ م نحو ١٤,٢°م ،وعند عمق ٥٠٠م تنخفض إلى نحو ١٣,٧°م ،ثم تصبح نحو ١٣°م فقط عند عمق ١٥٠٠ متر من سطح البحر ،وهنا تبلغ نسبة الملوحة نحو ٣٨ فى الألف

أما فى القسم الشرقى من حوض البحر الأبيض المتوسط فتبلغ درجة حراره المياه عند عمق ١٠٠م نحو ١٥,٥°م ،وقد تبلغ نسبة الملوحة هنا إلى نحو ٣٩ فى الألف .ويعزى ذلك إلى ما يلى : —

١ — تقل كمية الأمطار الساقطة كلما اتجهنا نحو الشرق .

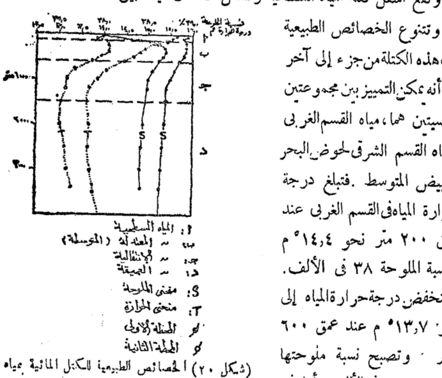
٢ — يقع الجزء الشرقى من حوض البحر الأبيض المتوسط فى عروض جنوبية بالنسبة للجزء الغربى أو بمعنى آخر أن الجزء الشرقى من الحوض أقرب إلى خط الإستواء من الجزء الغربى .

٣— قلة المياه التى تصبها الأنهار فى الجانب الشرقى للبحر (فيما عدا أمام مصب نهر النيل) بالنسبة لمقدار الفاقد عن طريق التبخر .

٤ ـ يتأثر الجانب الغربي من الحوض بمياه المحيط الأطلسي المعتدلة الأقل ملوحة وحرارة أكثر من تأثر الجانب الشرقي بهذه المياه. (شكل ٢٠)

٢ ـ كتلة المياه المعتدلة : Intermediate Water

وتقع أسفل كتلة المياه السطحية وتشغل الأعماق فيما بين ٢٠٠-٦٠٠ متر، وتتنوع الخصائص الطبيعية لمياه هذه الكتلة من جزء إلى آخر إلا أنه يمكن التمييز بين مجموعتين رئيسيتين هما، مياه القسم الغربي ومياه القسم الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط. فتبلغ درجة حرارة المياه في القسم الغربي عند عمق ٢٠٠ متر نحو ١٤,٤° م ونسبة الملوحة ٣٨ في الألف. وتنخفض درجة حرارة المياه إلى نحو ١٣,٧° م عند عمق ٦٠٠ متر، وتصبح نسبة ملوحتها نحو ٣٨,١٠ في الألف. أما في القسم الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط فيبلغ متوسط درجة حرارة المياه عند عمق ٢٠٠ متر نحو ١٥,٤°م ونسبة الملوحة ٣٨,٤ في الألف. ثم تنخفض درجة حرارة المياه إلى نحو ١٤,٤°م عند عمق ٦٠٠ متر، وتصبح نسبة ملوحتها نحو ٣٨,٩ في الألف. (شكل ٢٠)



(شكل ٢٠) الخصائص الطبيعية للكتل المائية بمياه البحر الأبيض المتوسط

وقد رجح الباحث نيلسون Nielson عام ١٩١٢ بأن المياه المعتدلة في حوض البحر الأبيض المتوسط هي مياه محلية تكونت أساساً في حوض البحر نفسه ومنه تتجه تيارات المياه السفلية الأعظم ملوحة نحو نحو الغرب لتخرج إلى المحيط الأطلسي عن طريق مضيق جبل طارق.

وقد لاحظ نيلسون كذلك تشابه درجة حرارة المياه الواقعة عند أعماق ١٧٥ — ٢٠٠ م فى معظم أجزاء الحوض ويعزى ذلك إلى أثر عمليات التيارات التصاعدية التى تحدث فى الطبقات العليا بمياه هذا الحوض خلال فصل الشتاء.

٣ — كتلة المياه الانتقالية : Transition layer

وتتمثل هذه الكتلة المائية أسفل كتلة المياه المعتدلة وتشغل الأعماق فيما بين ٦٠٠—١٥٠٠ متر وعند هذه الأعماق تنخفض درجة حرارة المياه وتقل نسبة ملوحتها كلما اتجهنا نحو الأعماق البعيدة .ويلاحظ انهناك إختلافات واضحة فى الخصائص الطبيعية لهذه الكتلة المائية فى الجانبين الغربى والشرقى لحوض البحر الأبيض المتوسط . ففى الجانب الغربى تبلغ درجة حرارةالمياه عند عمق ٧٠٠ متر نحو ١٣,٤°م ،وتنخفض إلى نحو ١٣°م عند عمق ١٢٠٠ متر ،وتبلغ نسبة ملوحة المياه عند هذا العمق الأخير نحو ٣٨,٣فى الألف : أما فى القسم الشرقى فتبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ٧٠٠متر نحو١٤°م وتنخفض إلى نحو ١٣,٧°م عند عمق ١٢٠٠ متر وهنا تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٣٨,٧ فى الألف .

٤ — كتلة المياه السفلية : Deep Water

تمثل هذه الكتلة المياه العميقة فى حوض البحر الأبيض المتوسط والتى تقع أسفل خط العمق المتساوى ١٥٠٠ متر .ويلاحظ أن كلا من درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها تقل كلما تغلغلت المياه نحو الأعماق البعيدة ،وعلى ذلك تميزت هذه المياه السفلية بتجانسها . وتبلغ درجةحرارة المياه عندعمق ٢٥٠٠ متر فى القسم الغربى من حوض البحرالأبيض المتوسط نحو ١٣°م ، ونسبة ملوحتها ٣٨,٤فىالألف ،بينما تبلغ درجة حرارة المياه عند نفس هذا العمق فى القسم الشرقى من الحوض نحو ١٣,٥°م ونسبة ملوحتها نحو ٣٨,٦ فى الألف .

ويوضح الجدول التالى مدى تجانس أجزاء كتلة المياه السفلية فى حوض

البحر الأبيض المتوسط ،ودرجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها عند عمق ٢٠٠٠ متر من سطح البحر .

أقسام حوض البحر الأبيض المتوسط	درجة حرارة المياه (٥م)	القيمة الفعلية لدرجة حرارة المياه (٥م)	نسبة ملوحة المياه (جزء فى الألف)
حوض البحر الجزائرى	١٣,٠٠	١٢,٦٩	٣٨,٣٩
الحوض التيرانى	١٣,١٠	١٢,٧٩	٣٨,٤٤
حوض ايونيان	١٣,٥٧	١٣,٢٥	٣٨,٦٥
حوض شرق البحر الأبيض المتوسط	١٣,٦٢	١٣,٣٠	٣٨,٦٦

وقد أوضح الأستاذ برنياك عام ١٩١٢(١) أن البحر الأبيض المتوسط يكتسب نحو ١,٧٥٠,٠٠٠م٣ فى الثانية من المياه عن طريق التيارات المائية السطحية التى تدخل إليه من المحيط الأطلسى ،ونحو ١٢,٦٠٠ م٣فى الثانيةمن المياه عن طريق التيارات المائية السطحية التى تدخل إليه من البحر الأسود ويكتسب نحو ٣٨,٩٠٠م٣ فى الثانية عن طريق التساقط والمياه التى تصبها الأنهار .ويفقد البحر فى نفس الوقت نحو ١,٦٨٦,١٠٠م٣ فى الثانية عن طريق التيارات البحرية السفلية التى تخرج من البحر إلى المحيط الأطلسى والبحر الأسود، ونحو ١١٥,٤٠٠م٣ فى الثانية عن طريق التبخر ويوضح الجدول التالى العلاقة بين ما يكتسبه البحر الأبيض المتوسط ،وما يفقده من مياه فى نفس الوقت .

1- Brennecke, W., (Die Ozeanographischen Arbeiten der Dentschen Antarktischen Expedition), Deutsehen Seewatre, Bd, 39, Nr. 1 1912, Hamburg.

مايكتسبه البحر الأبيض المتوسط من مياه	م٣/ الثانية	ما يفقده البحر الأبيض المتوسط من مياه	م٣/ الثانية
١) تيارات مائية سطحية تدخل البحر الأبيض المتوسط من المحيط الأطلسي	١,٧٥٠,٠٠٠	١) تيارات مائية سفلية تخرج من البحر الأبيض المتوسط إلى المحيط الأطلسي	١,٦٨٠,٠٠٠
٢) تيارات مائية سطحية تدخل البحر الأبيض المتوسط من البحر الأسود	١٢,٦٠٠	٢) تيارات مائية سفلية تخرج من البحر الأبيض المتوسط إلى البحر الأسود	٦,١٠٠
٣) كمية التساقط	٣١,٦٠٠	٣) كمية التبخر	١١٥,٤٠٠
٤) كمية المياه التي تصبها الأنهار	٧,٣٠٠		
	١,٨٠١,٥٠٠		١,٨٠١,٥٠٠

من هذا العرض يتضح أن هناك نوعاً من التوازن المائى لمياه البحر المتوسط حيث تتعادل كمية المياه المكتسبة مع كمية المياه المفقودة بالنسبة لما يطلق عليه تعبير المياه الثابتة للبحر وتتلخص هذه الحالة من التوازن المائى فى المعادلة الآتية :—

ك =(ح–ن) + (ف–م) +(ى–ر) + ا

حيث إن :

ك = كتلة المياه فى المحيط ؛

ح = مقدار الفاقد بالتبخر

ن = مقدار المكتسب من التساقط ؛

ف = كمية الثلج البحرى المتجمد (فاقد)

م = كمية الثلج البحري الذائب (مكتسب) ؛

ى = كمية المياه المكتسبة من التيارات التى تدخل البحر ؛

ر = كمية المياه المفقودة عن طريق التيارات التى تخرج من البحر ؛

ا = كمية المياه المكتسبة عن طريق الأنهار التى تصب فى البحر .

أما في البحر الأسود فتبعاً لمتوسطات أعماقه يتمثل فيه كتلتان مائيتان هما :

ـ كتلة المياه السطحية .

ب - كتلة المياه المعتدلة :

وتبلغ درجة حرارة المياه السطحية خلال فصل الصيف عند عمق ١٠م نحو ٢٤°م ، ثم تنخفض بسرعة إلى نحو ١٢,٧٠°م عند عمق ٢٥متر من سطح الماء وبالقرب من قاع هذه الكتلة عند عمق ٧٥متر تبلغ درجة حرارة المياه نحو ٧,٤٤°م .

أما نسبة الملوحة بهذه الكتلة المائية السطحية فتبلغ بالقرب من سطح الماء نحو ١٧,٤٩ فى الألف ، وترتفع نسبة الملوحة كلما اتجهنا صوب الأعماق البعيدة حيث تبلغ فى هذه الكتلة عند عمق ٧٥م نحو ١٨,٦٩ فى الألف .ويعزى إنخفاض نسبة ملوحة المياه السطحية (على الرغم من إرتفاع درجة حرارة المياه) إلى أثر المياه العذبة التى تصبها الأنهار الكبرى المتعددة (الدن Don — والدنيبر Dnieper ، والدنيستر Dniester والدانوب Danube ، وقزل أرمق وسكاريا) فى هذا البحر

أما كتلة المياه المعتدلة التى تتمثل فى هذا البحر فتشغل الأعماق فيما بين ١٠٠ — ٤٠٠ متر . ويبلغ متوسط درجة حرارة المياه خلال فصل الصيف نحو ٨,٥٠°م ، ومتوسط نسبة الملوحة نحو ٢١,٦٥ فى الألف . وتتميز هذه الكتلة بتجانسها وتشابه خصائصها الطبيعية من جزء إلى آخر فى هذا البحر ويوضح الجدول التالي بعض الخصائص الطبيعية لمياه البحر الأسود على أعماق مختلفة :

الكتل المائية	الأعماق (متر)	درجة الحرارة (٥م)	نسبة الملوحة (جزء فى الألف)	كمية الأكسجين ملليلتر / اللتر
	سطح الماء	٢٤,١٠	١٧,٥٩	٥,١٤
كتلة	١٠	٢٤,١٠	١٧,٥٩	٥,١٤
المياه	٢٥	١٢,٧٣	١٨,٢٢	٧,٤٠
السطحية	٥٠	٨,٢٢	١٨,٣٠	٦,٧١
	٧٥	٧,٤٤	١٨,٦٩	٥,٥١
	١٠٠	٧,٦١	١٩,٦٥	٢,٣٣
كتلة	١٥٠	٨,٣١	٢٠,٧٥	٠,١٧
المياه	٢٠٠	٨,٥٤	٢١,٢٩	—
المعتدلة	٣٠٠	٨,٦٨	٢١,٧١	—
	٤٠٠	٨,٧٢	٢١,٩١	—
	٦٠٠	٨,٧٦	٢٢,١٦	—
	١٠٠٠	٨,٨٥	٢٢,٢٧	—

ثانياً ـ الكتل المائية السطحية فى المحيط الهادى

تبعاً لعظم إتساع المحيط الهادى بالنسبة لمساحة المسطحات المائية فى المحيط الأطلسى ، تميزت الكتل المائية فيه هى الأخرى بعظم إمتدادها ، وكثرة تنوعها . فمثلا نجد أن الكتل المدارية (أو الوسطى) التى لوحظت فى المحيط الأطلسى أقل أمتداداً وإتساعاً إذا ما قورنت بمثيلتها فى المحيط الهادى . وعلى ذلك أمكن تصنيف كل من الكتلتين المائيتين المداريتين فى المحيط الهادى (فى نصفيه الشمالى والجنوبى) إلى قسمين مختلفين . وبذا تنقسم الكتل المائية المدارية فى المحيط الهادى إلى أربع كتل هى : —

١ ــ كتلة المياه المدارية فى النصف الغربى من المحيط الهادى الشمالى :
٢ ــ كتلة المياه المدارية فى النصف الشرقى من المحيط الهادى الشمالى .
٣ ــ كتلة المياه المدارية فى النصف الغربى من المحيط الهادى الجنوبى .
٤ ــ كتلة المياه المدارية فى النصف الشرقى من المحيط الهادى الجنوبى :

بالإضافة إلى ذلك فقد تميزت فى مياه المحيط الهادى كتلة مائية أخرى تعرف باسم كتلة المياه الإستوائية Pacific Equatorial Water ليس لها ما يشبهها فى مياه المحيط الأطلسى .

وسوف نناقش بإختصار بعض الخصائص الطبيعية للكتل المائية السطحية فى المحيط الهادى .

١ ـ كتلة مياه المحيط الهادى الاستوائية :

تشغل هذه الكتلة المسطحات المائية الأستوائية بالمحيط الهادى التى تنحصر بين دائرتى عرض ١٥° شمالاوجنوباً ، وتفصل بدورها بين الكتل المائية المدارية التى تقع إلى الشمال منها فى المحيط الهادى الشمالى وإلى الجنوب منها فى المحيط الهادى الجنوبى . ويتسع أمتداد هذه الكتلة المائية والأستوائية فى الجزء الشرقى من المحيط بحيث تشغل المسطحات المائية فيما بين دائرتى عرض ٢٠°شمالا وجنوباً، ثم يضيق أمتدادها كلما أتجهنا نحو الغرب إلى أن تتلاشى بالقرب من جزيرة نيوغينيا . وقد أوضحت التسجيلات الإحصائية المختلفة على أن أهم ما يميز هذه الكتلة هو عظم تجانسها ، وتشابه الخصائص الطبيعية للمياه من جزء إلى آخر : (شكل ٢١) :

ومن دراسة منحنى الحرارة ـ الملوحة T. S. Curve يتضح أن درجة حرارة هذه الكتلة المائية تختلف من ٨°م إلى ١٥°م، بينما تتراوح نسبة الملوحة من ٣٤,٦٠ إلى ٣٤,١٥ فى الألف؛ وعلى عمق ٨٠٠م تبلغ درجة حرارة مياه هذه الكتلة نحو ٥,٥°م. ويساهم التيار الإستوائى والتيارات الإستوائية الرجعية فى تشكيل الخصائص الطبيعية العامة لهذه الكتلة المائية :

(١) مياه المحيط الهادى الاستوائية
(٢) المياه المدارية ( ) الجزء الشمالى الغربى للمحيط الهادى
(٣) ـ ـ ـ ـ الشرقى ـ ـ
(٤) ـ المعتدلة بالمحيط الهادى
(٥) ـ شبه القطبية

(شكل ٢١) قطاعات الحرارة ـ الملوحة للكتل المائية فى النصف الشمالى من المحيط الهادى .

٢ ـ كتلة المياه المدارية فى المحيط الهادى :

تنقسم هذه الكتلة المائية فى المحيط الهادى كما سبق الذكر إلى أربع كتل مختلفة فى النصفين الشمالى والجنوبى من هذا المحيط . وتتميز الكتلتان الواقعتان فى الجانب الغربى من المحيط فى نصفيه الشمالى والجنوبى بعظم إتساعهما وتجانس المياه بهما إذا ما قورنت بالكتلتين الواقعتين فى الجانب الشرقى من المحيط .

ومن أهم الخصائص الطبيعية التى تميز كتلة المياه المدارية فى المحيط الهادى هو إنخفاض نسبة ملوحتها إذا ما قورنت بأى كتل مائية سطحية أخرى فى الأجزاء المختلفة من البحار والمحيطات . فقد أوضحت الدراسات المختلفة أن نسبة ملوحة المياه السطحية عند درجة حرارة ١٦° م تختلف من مسطح مائى آخر إلا أنها يبلغ أقل نسبة لها بمياه الكتلة المدارية فى المحيط الهادى وخاصة فى نصفه الشمالى ، ويتضح ذلك من البيان التالى .

كتل المياه السطحية المختلفة	نسبة الملوحة (جزء فى الألف)	درجة الحرارة (م°)
المياه المدارية بالمحيط الأطلسى الشمالى .	٣٦,١٢	١٦
المياه المدارية بالمحيط الأطلسى الجنوبى .	٣٥,٦٤	١٦
المياه المدارية بالمحيط الهندى .	٣٥,٦٢	١٦
مياه المحيط الهادى الجنوبى الغربى	٣٥,٣٠	١٦
مياه المحيط الهادى الجنوبى الشرقى .	٣٥,٠٠	١٦
مياه المحيط الهادى الشمالى الغربى .	٣٤,٦٢	١٦
مياه المحيط الهادى الشمالى الشرقى .	٣٤,٥٨	١٦

وفى النصف الشمالى من المحيط الهادى تمتد كتلة المياه المدارية فى الجزء الغربى من هذا المحيط فيما بين دائرتى عرض ١٠°، ٤٠° شمالا، وبين الساحل الشرقى الأسيوى (فيما بين هذه العروض السابقة) غرباً وخط طول ١٦٠°

غرباً من ناحية الشرق . وتحتل كتلة المياه المدارية مسطحات مائية محدودة الأمتداد فى الجانب الشرقى من المحيط الهادى الشمالى، وتتركز إلى الجنوب من جزر هاواى فيما بين دائرتى عرض ٢٢° ، ٣٤° شمالا وتنحصر بين خطى طول ١٤٠° ، ١٥٠° غرباً :

أما فى النصف الجنوبى من المحيط الهادى فتتميز كتلة المياه المدارية بتجانسها وتشابه أجزائها بشكل واضح : وقد أتضح من دراسة منحنيات الحرارة الملوحة (شكل ٢٢) بأن درجة حرراة المياه بالكتلة المائية المدارية فى الجانب الغربى من هذا المحيط تتروواح من ٧°م إلى ١٤°م ، أما نسبة الملوحة فتختلف من ٣٤,٥٠ إلى ٣٥,٦٠ فى الألف . بينما ترتفع درجة حرارة المياه المدارية فى الجانب الشرقى من المحيط الهادى الجنوبى ، حيث تتراوح من ١٠°م إلى ١٥°م إلا أن نسبة ملوحة المياه أقل نسبياً من ملوحة المياه المدارية فى النصف الغربى من المحيط الهادى . وتتأثر هذه الكتلة المائية كذلك بتأثير دوران الأرض وحركة الرياح والتيارات البحرية .

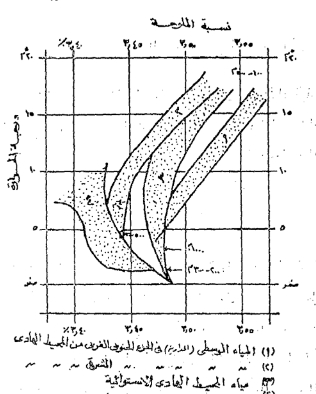
٣ ـ كتل المياه شبه القطبية والباردة :

تعتبر كتلة المياه شبه القطبية أعظم إتساعا فى المحيط الهادى الشمالى عن مثيلتها فى المحيط الأطلسى ، وتبلغ متوسط درجة حرارة مياهها عند دائرة عرض ٥٠° شمالا فيما بين ٢° إلى ٤°م ، وتنخفض فيها نسبة ملوحة المياه إلى نحو ٣٢,٠٠ فى الألف . ويلاحظ أن هذه الكتلة المائية تتميز بأستمرار تجديد طبقاتها تبعاً لتوالى حدوث التقلبات المائية الرأسية وحركة صعود طبقات المياه وهبوطها تبعاً للاختلاف بين كثافة المياه السطحية والسفلية . وترتفع نسبة ملوحة المياه كلما أتجهنا إلى أسفل صوب كتل المياه الأكبر كثافة . فعند عمق ٢٠٠ متر من سطح الماء ترتفع نسبة الملوحة بمياه هذه الكتلة وتبلغ نحو ٣٤,٢٠ فى الألف . أما الأطراف الشرقية لهذه الكتلة والمسطحات المائية المجاورة لساحل كاليفورنيا فتتميز بإرتفاع درجة حرارة المياه السطحية

تبعاً لسقوط أشعة الشمس القوية عليها وقلة التساقط نسبياً وعلى ذلك تميزت الهوامش الشرقية لكتلة المياه شبه القطبية فى المحيط الشمالى بأشتمالها على كتلة مائية أخرى تعد كتلة إنتقالية (شكل ٢١) .

وقد تشكلت المسطحات المائية بالمحيط الهادى بمثل هذه الكتل الإنتقالية وذلك يعزى إلى عظم إتساع هذه المسطحات من جهة وتعدد العوامل المختلفة التى تؤثر فى الخصائص الطبيعية للمياه من جهة أخرى . إلا أن هناك كتلة مائية إنتقالية تتمثل فى المحيط الهادى الجنوبى كذلك وتشغل المسطحات المائية الواقعة بجوار ساحل بيرو ــ شيلى بأمريكا الجنوبية ، وقد تشكلت الخصائص الطبيعية العامة لهذه الكتلة بحركة التيارات المائية الرأسية والأفقية ، وخاصة تيار بيرو ــ شيلى البارد . (شكل ٢٢) .

أما كتلة المياه شبه القطبية فى المحيط الهادى الجنوبى فتمتد أبعادها إلى



(شكل ٢٢) قطاعات الحرارة ــ الملوحة للكتل المائية فى النصف الجنوبى من المحيط الهادى

الجنوب من كتل المياه المدارية فى هذا الجزء من المحيط : وتشغل هذه الكتلة المسطحات المائية الواقعة إلى الجنوب من دائرة عرض ٤٠° جنوباً وتمتد على شكل شريط طولى يمتد فى كل المحيطات الجنوبية إلا أنه يختلف من حيث إتساعه تبعاً للظروف الطبيعية المحلية بكل محيط :

وتتراوح درجة حرارة المياه السطحية بهذه الكتلة المائية من ٤°م إلى ٨°م، بينما تتراوح نسبة ملوحة المياه من ٣٤,٢٠ إلى ٣٤,٤٠ فى الألف . وتتميز أطراف هذه الكتلة المائية خاصة تلك التى تقع بالقرب من السواحل القارية بإرتفاع درجة حرارة المياه السطحية عن المتوسط العادى لها ، وينجم عن ذلك زيادة شدة التبخر بالقرب من هذه السواحل (خاصة إذا لم تتشكل السواحل بمصبات الأنهار الكبرى) ، ويؤثر هذا بدوره فى إرتفاع نسبة ملوحة المياه السطحية كذلك :

ثالثاً ـ الكتل المائية السطحية فى المحيط الهندى

يحتل القسم الجنوبى من المحيط الهندى كتلتان من المياه الباردة هما الكتلة المائية القطبية الجنوبية وكتلة المياه شبه القطبية ، وهما أمتداد للكتل المائية الباردة التى لوحظت فى كل الأقسام الجنوبية من المسطحات المائية فى نصف الكرة الجنوبى . وعلى ذلك تتشابه الخصائص الطبيعية لهاتين الكتلتين مع مثيلتيهما فى كل من المحيط الأطلسى والهادى .

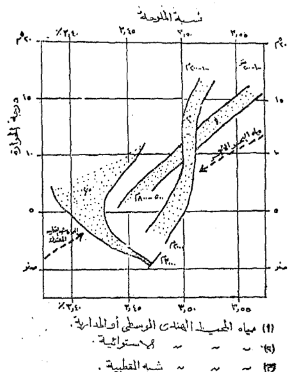
ويقع إلى الشمال من الكتلة المائية شبه القطبية فى المحيط الهندى ، كتلة مائية سطحية أخرى ، أشد حرارة وأعظم ملوحة ، وتشغل المسطحات المائية المحصورة بين دائرتى عرض ٢٠° ــ ٣٥° جنوباً ، وتعرف باسم الكتلة المائية المدارية . وتتشابه الخصائص الطبيعية لمياه هذه الكتلة الأخيرة مع مياه الكتل المائية المدارية التى سبق ذكرها فى المحيطين الأطلسى والهادى . وتتميز مياه هذه الكتلة بتجانس أجزائها ، على الرغم من عظم مساحتها وأمتدادها

فى المحيط الهندى . ولكن أوضحت الدراسات المختلفة كذلك أن أطرافها الجنوبية أقل تجانساً ، بل غير ثابتة الصفات ولذا قد تعتبر مياهها مرحلة أنتقالية غير مستقرة . وترجع نشأة هذه الكتلة المدارية إلى أثر حركة المياه الراسية من أعلى إلى أسفل تبعاً لأختلاف كثافة الطبقات المائية . وتتغير الصفات العامة للأجزاء الشمالية من هذه الكتلة المائية بالتدريج كلما أتجهنا قرب الدائرة الأستوائية إلى أن تظهر فى النهاية كتلة مائية ذات خصائص طبيعية مختلفة تعرف باسم الكتلة المائية الاستوائية . Indian Equatorial Water

وتحتل الكتلة المائية الإستوائية المسطحات العليا من المحيط الهندى ، وهى تلك التى تقع إلى الشمال من دائرة عرض ١٠° جنوباً حتى السواحل الشمالية للمحيط وتتميز هذه الكتلة كذلك بتجانس أجزائها المختلفة ، اللهم إلا تلك المياه التى تقع أمام مصبات الأنهار الكبرى مثل السند، والكانج ، وإيراوادى حيث تقل نسبة الملوحة فى المياه وتنخفض درجة حرارة المياه السطحية نسبياً .

ويمكن القول أن درجة حرارة مياه الكتلة المائية الاستوائية تتراوح من ٨°م إلى ١٧°م ، بينما تتباين نسبة الملوحة من ٣٤,٩٠ إلى ٣٥,٢٠ فى الألف . وأهم ما يميز الكتلة المائية الأستوائية عن الكتلة المائية المدارية فى المحيط الهندى هو أن درجة حرارة مياه الأخيرة أكثر إرتفاعاً تبعاً لقلة سقوط الأمطار .

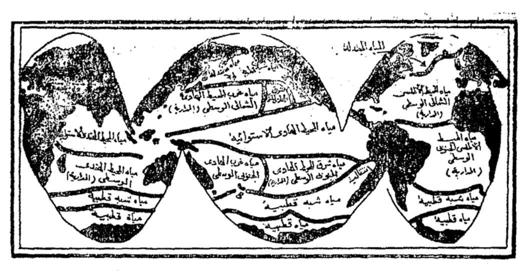
أما مياه القسم الشمالى الغربى من المحيط الهندى فهذه تتأثر بالتيارات المائية السفلية التى تخرج من البحر الأحمر ، تبعاً لإرتفاع نسبة ملوحة مياهه وعظم كثافتها . وعلى ذلك يظهر أثر هذه التيارات فى طبقات المياه السفلية بالمحيط الهندى والواقعة على عمق ٧٠٠م من سطح البحر . حيث تبلغ درجة حرارة هذه المياه السفلية نحو ٢١,٥°م بينما تتراوح نسبة الملوحة من ٤٠,٥٠ إلى ٤١,٠٠ فى الألف . (شكل ٢٣) .



(شكل ٢٣) قطاعات الحرارة ـ الملوحة للكتل المائية فى المحيط الهندى

تشمل هذه الكتل المائية التى سبق الحديث عنها تلك الطبقات السطحية من مياه البحار والمحيطات ، وتتميز كثافة هذه المياه بأنها قليلة ولا تساعد هذه الطبقات المائية فى الأتجاه إلى أسفل اللهم إلا بعد أن تزداد كثافة المياه السطحية تبعاً لشدة التبخر أو لعوامل أخرى ، وبذا تتجه المياه صوب قاع المحيط أسفل الكتل المائية الأخرى الأقل كثافة . وعند حدوث حركات هبوط التيارات المائية إلى أسفل نحو قاع المحيط ، يلزم أن تتجه تيارات مائية أخرى أقل كثافة إلى سطح الماء إلى الطبقات العلوية حتى تمكن للمياه أن تحتفظ بمستواها العام . وبالتالى فكل أنخفاض فى منطقة ما يقابله إرتفاع للمياه مشابه فى منطقة أخرى مجاورة . (شكل ٢٤) .

وينجم عن حركة تقلبات المياه وصعودها إلى أعلى فى مناطق المسطحات المائية الباردة ، تكوين كتل مائية شبه سطحية ومنها تلك المعروفة باسم الكتل المائية شبه القطبية والقطبية . وتقع هذه الكتل الأخيرة عادة عند مناطق التقاء



(شكل ٢٤) التوزيع الجغرافى الكتل المائية السطحية بالبحار والمحيطات

وتجمع كتل المياه والتيارات البحرية فى المسطحات القطبية Antarctic Convergence وهى تمثل كتلة مائية عظيمة الأمتداد تتألف من مياه باردة ، قليلة الملوحة متعاقبة فوق طبقات مائية سفلية أكبر ملوحة وكثافة من المياه السطحية للكتلة القطبية :

ودلت الدراسات الأقيانوغرافيا على أن الكتل المائية القطبية (فى نصف الكرة الجنوبى ونصف الكرة الشمالى) فى مياه البحار والمحيطات تتميز كذلك بتجانس أجزائها وتشابه الخصائص الطبيعية للمياه فى أجزائها المختلفة خاصة فى فصل الشتاء . (الشتاء الشمالى بالنسبة للمسطحات المائية فى نصف الكرة الشمالى ، والشتاء الجنوبى بالنسبة للمسطحات المائية فى نصف الكرة الجنوبى) وتتراوح درجة حرارة المياه شتاء فى هذه الكتلة من ١,٨°م إلى ٢ر١°م . أما فى فصل الصيف فتبعاً لتعامد الشمس على مدار السرطان فى نصف الكرة الشمالى وعلى مدار الجدى فى نصف الكرة الجنوبى) وسقوطها على المسطحات المائية ترتفع درجة حرارة مياه الكتلة المائية القطبية بشكل واضح إذ تصل إلى نحو ٤°م ، وتبلغ أعلى نسب الملوحة فى مياه هذه الكتلة خلال فصل الشتاء إذ تتراوح نسبة الملوحة من ٣٤,٠٠ إلى ٣٤,٦٠٠ فى الألف ، وتنخفض نسبة الملوحة فى فصل الصيف إذ تصل إلى نحو ٣٣,٠٠ فى الألف ، ويعزى ذلك

إلى أثر ذوبان كميات كبيرة من الكتل الجليدية والثلج المتراكم فوق جرينلند وأنتارتيكا خلال فصل الصيف الشمالى والجنوبى . وعلى ذلك تتأثر الخصائص الطبيعية للمياه السطحية فى هذه الكتلة بفعل عوامل متباينة يظهر أثرها فى فصول السنة المختلفة ، مما يؤدى إلى تنوع صفاتها ومميزاتها من فصل إلى آخر ويوضح (شكل ٢٤) التوزيع الجغرافى العام للكتل المائية السطحية بالبحار والمحيطات .

الباب الرابع

الفصل الثامن : المدوالجزر

الفصل التاسع : الأمو اج

الفصل العاشر : التيارات البحرية

الفصل الثامن

المد والجزر

المد والجزر ، إرتفاع وإنخفاض وقتى فى مستوى سطح البحر . وقد لوحظت هذه العملية منذ القدم ، وعرف أنها تحدث بصورة واضحة فى بعض البحار بينما من الصعب إدراكها على طول بعض سواحل البحار الأخرى وقد أدرك الصينيون القدماء ، واليابانيون ، والأغريق ، والرومان حدوث عمليات المد والجزر بالمسطحات البحرية وبالمياه النهرية عند مصبات الأنهار . كما لاحظ الكتاب العرب كذلك حدوث هذه العمليات بمياه الخليج العربى وفى بعض المسطحات البحرية الأخرى (١)

[وقد لاحظ بعض المؤرخين العرب وكذلك سكان السواحل الأوربية التى تكون فيها عملية المد والجزر ، أن هناك علاقة وثيقة بين حدوث هذه العملية] وكوكب القمر . فقد تبين لهم أن المد (إرتفاع منسوب المياه) يبلغ أقصى مداه عندما يكون القمر محاقاً أو بدراً . ومن ثم كان من السهل ملاحظة العلاقة بين موقع القمر ، وحدوث عملية المد والجزر على طول السواحل

---

١ — راجع :

ا — المقدسى « أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم » ١٢٨٩م — ص ١٣ .

ب — ابن الفقيه ، « مختصر كتاب البلدان » ص ٩ ؛

ج — شمس الدين الأنصارى الدمشقى ، « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » : ٧٧٢ هجرية ص ١١٧ ؛

المختلفة . ومع ذلك فلم يستطع هؤلاء الكتاب أو غيرهم إدراك طبيعة هذه العملية وأسباب حدوثها فى أوقات معينة .

واستمر الوضع كذلك إلى أن ظهرت نظرية نيوتن Newton الخاصة بعمليات جذب الأجسام ، وأوضح نيوتن أن عملية الجذب هى التى تنظم سير الكواكب والنجوم فى الفضاء . فالأرض تجذب القمر ، كما أن الأخير يجذب كل ما يقع على سطح الأرض . وقد وصل إلى قانونه المشهور وهو أن قوة الجذب بين أى جسمين تتوقف على حاصل ضرب الجسمين ومربع المسافة بينهما . فلو فرض ن هناك جسماً كتلته ك١ وآخر كتلته ك٢ والمسافة بين مركزيهما ف

إذن قوة الجذب بين هذين الجسمين تتناسب مع $\frac{ك_1 \times ك_2}{ف^2}$

وطبقاً لهذا القانون تختلف قوة جذب أجزاء سطح الأرض المختلفة إلى القمر تبعاً لبعد هذه الأجزاء عن مركز القمر .

عملية المد والجزر

ساهمت نظرية نيوتن السابقة فى إيضاح العوامل التى تؤدى إلى حدوث عملية المد والجزر ، وتبين أن هذه العملية الأخيرة تتأثر بما يلى :ــ

ا ــ قوة جذب القمر والشمس للأرض .
ب ــ قوة الطرد المركزية للأرض .

وقد اتضح كذلك أن قوة الجذب بين القمر والأرض تقل بسرعة كلما بعد الكوكبان عن بعضهما . وعلى ذلك عندما يواجه القمر كوكب الأرض فإن الجزء الذى يواجه القمر تعظم عنده قوى الجذب نحو القمر تبعاً لاقترابه [نسبياً من مركز القمر إذا ما قورن بأى جزء آخر بالقرب من مركز الأرض. [فعلى جانب الأرض المواجه لسطح القمر]، تزيد قوة الجذب عن قوة الطرد

المركزية ، وينجم عن ذلك جذب مياه سطح الأرض نحو القمر ، أما على الجانب المضاد لموقع القمر ، فتزيد قوة الطرد المركزية عن قوة الجذب ، ومن ثم يحدث أيضا جذب المياه أو شدها بعيداً عن موقع القمر (شكل ٢٥)

(شكل ٢٥) توزيع قوى المد والجزر في حالة وقوع القمر على إمتداد خط الإستواء ، وفي حالة وقوعه شمال خط الاستواء

فإذا أعتبرنا م = المسافة بين الأرض ومركز القمر :

ك = كتلة القمر ؛

ق = نصف قطر الأرض ؛

$ك_1$ = كتلة أي جسم على سطح الأرض :

فيلاحظ أن االسطح المواجه للقمر ينجذب بقوة نحو القمر حيث إن : -

$$\frac{ك\,ك_1}{(م-ق)^2} \text{ أكبر من } \frac{ك\,ك_1}{م^2}$$

(أى أن قوة جذب القمر لكتلة على سطح الأرض تجاه القمر أكبر من قوة جذب القمر لكتلة أخرى تقع عند مركز الأرض) .

أما المسطحات المائية على الجانب الآخر من الأرض والمضاد لموقع القمر تنبعج هى الأخرى ، إلا أن هذا الأنبعاج يكون فى عكس إتجاه موقع القمر حيث إن : -

$$\frac{ك\,ك_1}{م^2} \text{ أكبر من } \frac{ك\,ك_1}{(م+ق)^2}$$

وتؤثر الشمس كذلك فى عملية جذب أجسام سطح الأرض نحوها ، ولكن يحد تأثيرها محدوداً تبعاً لبعد المسافة بين الشمس والأرض إذا ما قورنت بطول المسافة بين القمر والأرض . هذا بالأضافة إلى أن عملية المد والجزر نفسها لا تتأثر كثيرا بعظم قوة الجذب وحدها بقدر تأثرها بالأختلاف بين قوة جذب الأرض من ناحية وجوانب الأرض من ناحية أخرى :

ويبعد مركز القمر عن مركز الأرض بنحو ٢٤٠,٠٠٠ ميل بينما يبعد جانب سطح الأرض المواجه للقمر عن مركز الأخير بنحو ٢٣٦,٠٠٠ ميل . وعلى ذلك تصبح العلاقة بين قوة جذب مركز الأرض نحو القمر وقوة جذب سطح الأرض المواجه للقمر تتناسب مع (٢٤٠,٠٠٠)٢ إلى (٢٣٦,٠٠٠)٢. ى بنسبة ٢١ : ٢٠ ومن ثم يتضح أن الفرق بين قوة جذب القمر لمركز الأرض وسطحها يساوى ١ : ٣٠ من قوة جذب القمر لمركز الأرض .

أما المسافة بين الشمس ومركز الأرض فتبلغ نحو ٩٣,٠٠٠,٠٠٠ ميل : وتتناسب قوة جذب الشمس للجانب المواجه لها من الأرض إلى قوة جذبها لمركز الأرض بنسبة (٩٣,٠٠٠,٠٠٠)٢ إلى (٩٢,٩٩٦,٠٠٠)٢ ؛ أى ١,٠٠٠,٠٨٦ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠

وعلى ذلك يصبح الأختلاف بين القوتين يساوى $\frac{٨٦}{١,٠٠٠,٠٠٠}$ من مدى قوة جذب الشمس لمركز الأرض .

وعلى الرغم من أن كتلة الشمس تعادل نحو ٢٥,٥٠٠,٠٠٠ مثلا لكتلة القمر ، إلا أنه تبعاً لبعد المسافة بين الشمس والأرض ، لا تزد قوة جذب الشمس لمركز الأرض عن ١٦٩ مثلا لقوة جذب القمر لمركز الأرض . وعلى ذلك تحدد مدى قوة جاذبية الشمس على حدوث عملية المد والجزر على سطح الأرض بما يلى :

$$\frac{١٦٩ \times ٨٦}{١,٠٠٠,٠٠٠}$$ من قوة جذب القمر لمركز الأرض .

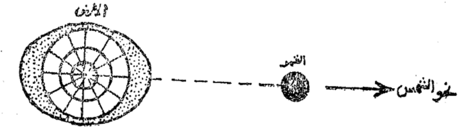
وقد ذكر الأستاذ شترهلر ١٩٦٢ بأن قوة جاذبية الشمس تعادل نحو ٤٥٪ من قوة جاذبية القمر لمياه البحار والمحيطات على الأرض .

وتتشكل عملية إمتداد المياه على جانبي الأرض (الجانب المواجه للقمر والآخر المضاد له) وإنحصارها في الأجزاء الأخرى ، تبعاً لعملية دوران الأرض حول نفسها من جهة وموقع القمر من جهة وموقع القمر بالنسبة للأرض من جهة أخرى وعلى ذلك فهناك دائماً مناطق يعظم فيها قوى المد وأخرى يقل فيه حدوث المد بالتدريج . وعند دوران الأرض حول محورها فإن القمر يدور كذلك فى نفس الاتجاه تبعاً لتأثره بجاذبية الأرض (شكل ٢٥) . فعندما تتم الأرض دورة كاملة ، فإن عليها أن تدور قليلا كذلك (أكثر من دورة) حتى تلحق القمر وتصبح معه على طول خط زوال واحد (ذلك لأن القمر يتم دورته قبل إتمام الأرض لدررتها وعلى ذلك فإن حدوث المدفى يوم ما يكون متأخراً قليلا عن حدوثه فى اليوم السابق وقد يكون هذا الأختلاف ٥٠ دقيقة ، بينما المتوسط العام لحدوث عملية المد فى موقع ما تحدث كل (٢٦ دقيقة ، ١٢ ساعة)

المـد العالى والمـد المعتدل

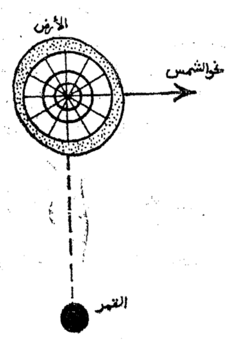
Spring tides and Neap tides.

يتضح مما سبق أن حدوث عملية المد والجزر تعزى إلى أثر جاذبية القمر ، إلا أن الشمس تقوم بعامل منظم كذلك لهذه العملية ، فإذا وقع كل من الأرض والقمر والشمس على خط زوال واحد (أى على أستقامة واحدة) كما يحدث ذلك فى حالتى البدر والمحاق ، فيعظم حدوث المد تبعاً لإضافة قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر وجذبهما معا المسطحات المائية ، ويعرف المد فى هذه الحالة باسم المد العالى Spring tides (شكل ٢٦) أما إذا وقع



(شكل ٢٦) المد العالى فى حالة البدر

القمر والشمس على طول ضلعي زاوية قائمة بالنسبة للأرض ، فتضعف أو تقلل قوة جذب الشمس Solar tides من تأثير قوة جذب القمر Lunar tides للمسطحات المائية على الأرض . وعلى ذلك يقل منسوب المد العالي ، ويعرف المد في هذه الحالة باسم المد المعتدل Neap tides (شكل ٢٧)



(شكل ٢٧) المد المعتدل

وحيث إن مدار القمر بيضاوى الشكل فإن طول المسافة بين مركز القمر ومركز الأرض تختلف تبعاً لموقع القمر في مداره بالنسبة للأرض. وقد تبين أن قوة الجذب القمرى للأرض تزداد بنحو ٢٠٪ من قوة جذب القمر العادية للأرض، عندما يقترب القمر وهو في مداره من مركز الأرض ، ويذكر في هذه الحالة بأن القمر قريباً من الأرض In perigee ، بينما تقل قوة الجذب القمرى للأرض عندما يبعد وهو في مداره عن مركز الأرض ، ويذكر في هذه الحالة بأن القمر بعيداً عن الأرض in apogee : ويجب أن نشير إلى حقيقة هامة وهي أنه ليست كل السواحل التي تقع على خط طول واحد يحدث عندها المد في نفس الوقت : وعلى سبيل المثال نجد مثلا أن كلا من ليفربول ومدينة ليث Lith يقع كليهما على خط طول واحد هو ٣° غرباً ، إلا أن الفرق الزمني لحدوث المد عند هذين الموقعين يبلغ نحو ٣ ساعات (١)

وعلى ذلك يتضح أن هناك عدة عوامل أخرى تشكل طبيعة عملية المد وتغير ميعاد حدوثها على طول أجزاء السواحل المختلفة إلى جانب القوى الرئيسية التي تتمثل في قوة جذب القمر وقوة جذب الشمس للأرض (٢) . ومن أهم هذه العوامل : —

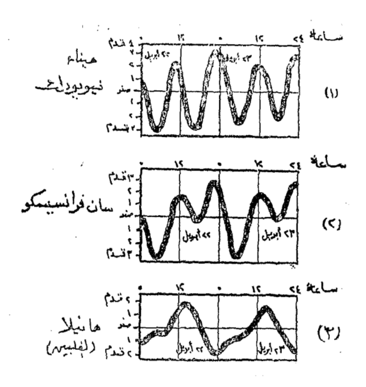
1- Lake P., (Physical Geography), Cambridge, 1958.
2- King, C. A. M., (Oceanography for geographers) London 1962.

ا ـ مدى إتساع المسطحات المائية .
ب ـ مدى إتساع اليابس وكيفية توزيعه بين المسطحات المائية ؛
ج ـ مدى عمق مياه البحر :
د ـ طول موجات المد وأختلاف سرعتها من موقع الى آخر :
هـ ـ كيفية تشكيل السواحل بواسطة الخلجان والمضايق البحرية وسرعة الرياح ، واختلاف أتجاهاتها .

ففى المسطحات المائية العظيمة الأتساع يظهر المد على شكل موجات بحيث يمثل « المد العالى » قمة الموجة ، بينما يمثل الجزر قاع الموجة ..وترحل هذه الموجات فى مياه المحيط دون تأثير فعل جاذبية القمر أو الشمس .وحيث إن طول موجة المد فى البحار المفتوحة (فيما عدا البحار القطبية) أعظم بكثير بالنسبة لعمق المحيط ، فتتوقف سرعة موجات المد فيها على أساس أختلاف عمق المياه . بينما فى البحار التى تشكلها كثير من الجزر وأراضى اليابس ، تصطدم موجات المد بها وتتعرقل حركتها . وقدتبين كذلك أن سرعة موجات المد تعظم فى المحيطات العميقة وتقل فى البحار الضحلة .

أشكال منحنيات المد والجزر

قد لا يحدث المد على طول بعض السواحل مرتين فى اليوم الكامل ، بل قد يتميز المد بحدوثه مرة واحدة فقط ، يرتفع فيها منسوب المياه إرتفاعاً ملحوظا ثم يأخذ فى الأنخفاض التدريجى إلى أن يرتفع منسوب المياه مرة أخرى فى اليوم التالى . ويطلق على منحنى المد فى هذه الحالة تعبير « منحنى المد ذو القمة الواحدة » ، وتتمثل هذه الحالة بالمياه الساحلية لخليج المكسيك . بينما قد يتميز منحنى المد بظهور قمتين واضحتين ، كما يحدث ذلك على طول سواحل المحيط الأطلسى الشمالى . (شكل ٢٨) . بينما على طول بعض السواحل الأخرى قد تظهر أكثر من قمتين لمنحنى المد أو قد تتداخل قمم

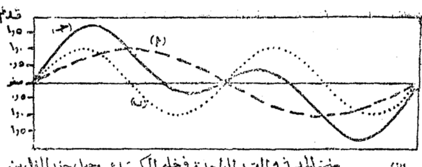


(١) مشبه عادي (٢) مركبة (٣) عادي

(شكل ٢٨) تسجيل ثلاثة أشكال مختلفة لمنحنيات المد والجزر

... العالي في بعضها ويعرف منحنى المد في هذه الحالة باسم منحنى المد المركب.

ويسجل منسوب سطح الماء واختلافه من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد الكامل على ورق خاص يستبدل في الجهاز يومياً. (شكل ٢٩) . ويظهر بعد تسجيل يوم كامل لمنحنى المد، طبيعة أشكال المنحنيات المختلفة سواء أكانت ذات قمتين (أمام ساحل نيويورك) أو مركبة (أمام سان فرنسيسكو) أو ذات قمة واحدة (مياه جزر الفلبين) .



(شكل ٢٩) أشكال منحنيات المد والجزر

النظريات الخاصة بتفسير حركة موجات المد والجزر

على الرغم من معرفة العوامل التى تؤثر فى حدوث عملية المد والجزر إلا أن تفسير حدوث حركة موجات المد وإنتقالها من مكان إلى آخر ما زالت تحتاج إلى تفسيرات أكثر دقة من تلك التى رجحت حتى اليوم . ويمكن أن نلخص الآراء التى رجحت لتفسير حركة موجات المد فيما يلى : —

١ — رجح البعض أن موجات المد العظمى تحدث فى المحيطات الواسعة المفتوحة خاصة فى العروض الباردة الجنوبية ، ومنها تتجه شمالا فى كل المحيطات (الهندى ، والهادى ، والأطلسى) . وتعرف هذه النظرية باسم موجات المد المتقدمة أو المتلاحقة The progressive wave theory

٢ — رجح البعض الآخر أن موجات المد ليست متلاحقة ، بل تحدث فى مسطحات مائية ما ، إذا ما أرتفع منسوب المياه فيها عن غيرها من المسطحات المائية الأخرى المجاورة ، وعلى ذلك تتجه تيارات المد من المسطحات المائية المرتفعة المنسوب إلى الأخرى الأقل منسوباً . وتعرف موجات المد فى هذه الحالة باسم « موجات المد الثابتة » Stationary wave theory

ويمكن تفسير هذه النظرية الأخيرة عمليا إذا أحضرنا وعاء مستطيل الشكل ويملأ حتى منتصفه بالمياه . فإذا ارتفع منسوب المياه فى جانب واحد من جوانب الأناء ، ينخفض الجانب المواجه له بنفس المنسوب تقريباً ، ويظهر سطح الماء على شكل خط مستقيم مائل غير متقطع Uninodal line أما إذا فرض أن أرتفع منسوب المياه فى جانبى الأناء بالنسبة لجزئه الأوسط ، أو أرتفعت المياه فى وسط الأناء بالنسبة للمياه عند جانبيه ، فيظهر سطح الماء فى هذه الحالة على شكل خط منكسر أو مزدوج ذو قمة محدبة (فى الحالة الأولى) أو مقعر (فى الحالة الثانية) ويعرف الخط باسم Binodal line وإذا حدث أن أرتفع منسوب المياه فى الإناء باكثر من جزء فيظهر سطح الماء على شكل قمم كثيرة Multinodal line.

ولا يحدث ارتفاع قمم المياه فى الأناء فى وقت واحد ، بل تتأثر حدوثها بعدة عوامل يمكن تحديدها فى المعادلة الآتية : —

$$ن = \frac{٢ ل}{\sqrt{ع \times جـ}}$$

حيث إن :

ن = طول الفترة الزمنية التى يحدث فيها إرتفاع منسوب المياه أو إنخفاضه .

ل = طول الأناء .

ع = عمق المياه فى الإناء .

جـ = قوة الجاذبية .

وهنا نتساءل كيف تتم عملية حركة أمواج المد فى الطبيعة تبعاً لآراء هذه النظرية الأخيرة ؟ ويؤكد مؤيدى هذه النظرية أن أهم العوامل التى تساعد على حدوث حركة إرتفاع المياه الوقتية أو إنخفاضها هو طبيعة عملية الجذب بين كل من القمر والشمس والأرض ، تبعاً لمواقعها المختلفة فى مداراتها . وحيث إن الأرض تدور حول نفسها دورة كاملة فى مدة زمنية تبلغ ٢٤ ساعة ، فيظهر أثر فعل الشمس Solar tide للمكان الواحد على سطح الأرض كل

١٢ ساعة تقريباً ، بينما يتم دورة القمر دورة كاملة حول الأرض فى نحو ٢٤,٥٠ ساعة ، وعلى ذلك فإن أثر فعل جذب القمر Lunar tides للمكان الواحد سطح الأرض يتم كل ١٢,٢٥ ساعة تقريباً .

وحيث إن جذب الشمس لسطح الأرض فى مكان ما ، قد يكون قبيل حدوث جذب القمر لهذا المكان أو بعده ، فإن إرتفاع المد وأوقات حدوثه فى هذا المكان يختلف من وقت إلى آخر تبعاً لأختلاف هذه القوى التى تؤثر فيه . ومن هنا تبلورت نظرية أمواج المد الثابتة على أساس أن هناك أجساما من المياه بالمحيط يرتفع منسوبها أو ينخفض فى فترات مختلفة تبعاً لمدى تأثرها بجاذبية القمر والشمس بالأضافة إلى أعماق هذه المياه وطبيعة تحرك المياه نفسها بفعل عملية الجذب .

وعلى ذلك فقد استطاع هاريس Harris تقسيم بحار العالم إلى مناطق مختلفة تبعاً لارتفاع منسوب المد فيها وأوقات حدوثه ، كما أوضح كذلك طبيعة خط المد Nodal line، سواء أكان فرديا أو مزدوجا أو مركبا .

وقد حققت هذه النظرية الأخيرة نجاحاً ملحوظاً فى الآونة الأخيرة ، ذلك لأن نظرية أمواج المد المتلاحقة كانت تفسر أختلاف منسوب المد وأوقاته فى الأماكن المتجاورة تبعاً لتراكم امواج المد فى هذا المكان من اتجاهات مختلفة Overlapping of waves ، ولم تسطع أن تفسر أختلاف عملية المد تبعاً لموقع الساحل . بينما أدخلت هذه النظرية الأخيرة إلى جانب عملية الجذبين الشمسى والقمرى للأرض ، عوامل جديدة تؤدى إلى إختلاف منسوب المد وأهمها عامل الزمن الذى يحدث فيه الجذب الشمسى أو القمرى نفسه من ناحية وعوامل ثانوية أخرى تتلخص فى عمق المياه وطبيعة أمتداد اليابس والماء الذى يؤثر بدوره فى شكل خط المد .

وعلى أساس هذه النظرية الأخيرة نجح شتيرنيك Sterneck عام ١٩٢٠ فى رسم خريطة توضح خطوط أوقات المد المتساوية فى المحيط الأطلسى الشمالى

otidal - line ، وقد نجح فى تفسير أشكال موجات المد بعد دراسته لأعماق المحيط فى هذا الخط وتوزيع اليابس والماء والزمن الذى يحدث فيه المد القمرى والمد الشمسى للمواقع المختلفة .

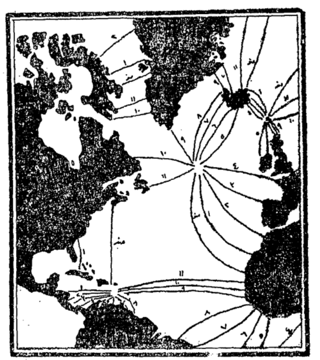
حركات المد والجزر فى بعض بحار العالم

تشكل حركات المد والجزر تبعاً لأشكال أحواض المسطحات المائية ، طبيعة السواحل التى تحفها والخصائص الطبيعية للمياه ، وعلى ذلك أصبح لكل حوض منها حركات مد وجزر خاصة به ومستقلة عن غيره من المسطحات المائية الأخرى.

ففى المحيط الأطلسى عامة تعزى عمليات المد والجزر إلى تأثير جاذبية القمر والشمس للمياه من ناحية وخصائص حوض المحيط وأشكال سواحله ناحية أخرى . ويتميز القسم الشمالى منه بحدوث قمتين للجزر فى اليوم الواحد على طول السواحل الشرقية والغربية للمحيط . وقد تصل قمة المد اليومى أمام ساحل مدينة نيويورك نحو ٣,٢ قدم. أما على طول سواحل البحر الكاريبى فلا يتمثل سوى قمة مد عظمى واحدة فى اليوم الكامل. (شكل ٣٠) ويطلق على الفرق بين أعلى منسوب للمياه (خلال عملية المد) وأقل منسوب للمياه (خلال عملية الجزر) ، تعبير « فرق المد » .

ويلاحظ أن عملية المد والجزر التى تحدث فى البحار شبه المغلقة مثل البحر الأبيض المتوسط وبحر البلطيق بسيطة جداً ، فلا يتعدى إرتفاع المد أمام السواحل المصرية أكثر من ٣٠ سم ، بينما لا يزيد فرق المد أمام السواحل البحر الكاريبى عن ٢ قدم . ويتراوح المد على طول السواحل الجنوبية الشرقية للولايات المتحدة من ٥ — ١٠ قدم . وعلى طول سواحل المملكة المتحدة لابد من وضع أثر عمليات المد والجزر فى الحسبان عندما تفرغ السفن من بضائعها ، حيث يؤثر إرتفاع المياه (من ٥ — ٣٠ قدم) على حركة الملاحة بالموانى ويعظم المد فى الخلجان البحرية والمتصلة بالبحر ولابد من معرفتها

جيداً . وعلى سبيل المثال يبلغ فرق المد فى ميناء شيربورج Cherbourg بفرنسا نحو ١٧ قدم ، بينما يبلغ فى ليفربول نحو ٢٩ قدم ، ويبلغ فرق المد عند رأس خليج فوندى Fundy بشبه جزيرة نوفا سكوتشيا نحو ٤٢ قدم بل قد يبلغ المد العالى فى الخليج أكثر من خمسين قدم . وفى خليج سانت مالو St. Malo على ساحل بريتانى يبلغ فرق المد نحو ٤٠ قدم ، وينجم عن ذلك تكوين تيارات بحرية قوية يبلغ سرعتها نحو ٨ ميل فى الساعة . وفيما بين أوركنى وجزر شتلند تبلغ سرعة تيارات المد نحو ١٢ ميل فى الساعة . بل وعند مصب نهر هوانجهو بالصين الشعبية يرتفع المد إلى نحو ١٦ قدم وتتكون تيارات مائية محلية تبلغ سرعتها ١٧ ميل فى الساعة .



(شكل ٣٠) خطوط أوقات المد المتساوى فى المحيط الاطلسى الشمالى

المد والجزر بالمسطحات المائية حول الجزر البريطانية :

تبعا للدراسات التفصيلية التى أجريت فى بحر الشمال والبحر الأيرلندى ، وتسجيل منسوب المياه فى أوقات مختلفة ، أمكن رسم خطوط أوقات المد المتساوى Co-tidal-lines حول الجزر البريطانية . فلم ترسم هذه الخطوط

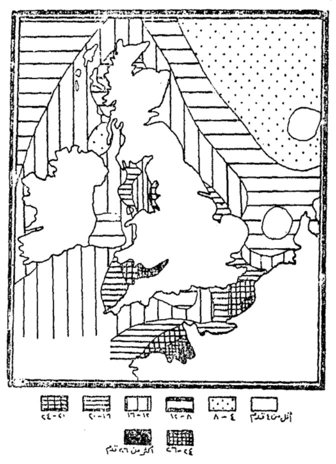
وفقا لآراء نظرية معينة ولكنها رصدت بعد تسجيل منسوب المياه فى أوقات مختلفة . وتظهر نتيجة هذه القياسات فى شكل (٣١) الذى يوضح خطوط أوقات المد المتساوى حول الجزر البريطانية . ويلاحظ من دراسة هذه الخريطة أن خطوط أوقات المد المتساوى تتلاقى فى نقطة واحدة ثابتةالمنسوب دائماً ، فى بحر الشمال يطلق عليها اسم «Amphidromic point» . وتمثل خطوط أوقات المد المتساوى كذلك، مناسيب مختلفة للمياه حيث ، يلاحظ إرتفاع منسوب المياه أو إنخفاضه عندما نعبر من خط إلى أخر . وتدور هذه الخطوط حول النقط الثابتة المنسوب فى عكس إتجاه عقرب الساعة .

(شكل ٣١) خطوط أوقات المد المتساوى حول الجزر البريطانية

ويعظم فرق المد فى خليج برستول (من ١٠ — ٢٦ قدم) ، وفى مياه البحر الأيرلندى (١٠ — ٣٠ قدم) . وفى القنال الأنجليزى (١٠ — ٢٥قدم) بينما يقل فرق المد نسبياً فى الجزء الشمالى الشرقى من بحر الشمال (شكل٣٢).

وقد أمكن تعيين مراحل تكوين عملية المد والجزر فى بحر الشمال بالأستعانة بالدراسات التجريبية الميدانية ورصد مناسيب المياه فى أجزاء بحر الشمال خلال أوقات مختلفة . وقد أتضح أن منسوب المياه يرتفع فى الجزء الأوسط من بحر الشمال إذا ما قورن بالجزئين الشمالى والجنوبى منه ، وبعد مضى ثلاث ساعات تتجه تيارات المد من هذا القسم الأوسط إلى القسمين الآخرين ، وبعد ثلاث ساعات أخرى عندما ينخفض منسوب المياه فى القسم الأوسط عن القسمين الشمالى والجنوبى من بحر الشمال تتجه التيارات من

الشمال والجنوب إلى القسم الأوسط . (شكل ٣٣ ا ، ب ، ج ، د) . ولكن يختلف منسوب سطح الماء فيما بين الجانبين الشرقي والغربي كذلك . ومع أثر فعل دوران الأرض حول نفسها واتجاه الرياح تتشكل تيارات المد ومن ثم

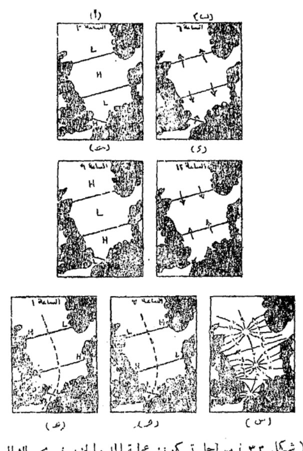


(شكل ٣٢) متوسط ارتفاع منسوب المد حول الجزر البريطانية

تتخذ ثلاثة مراكز في شمال بحر الشمال ووسطه وجنوبه وتمثل بدورها نقط ثابتة المنسوب ، وتتفرع منها خطوط أوقات المد المتساوى على شكل أقواس تتجه في عكس عقرب الساعة (شكل ٢٣ هـ ، و ، س) .

حركة المد والجزر فى المصبات الخليجية للأنهار
وفى الخلجان البحرية

دلت الدراسات المختلفة على أن حركات المد والجزر التى تشاهد فى المصبات الخليجية لبعض المجارى النهرية تعزى أساساً إلى حدوث عمليات



(شكل ٣٢) مراحل تكوين عملية المد والجزر فى بحر الشمال

المد والجزر فى البحار التى تصب فيها الأنهار . وعلى ذلك فتتوقف طبيعة عملية المد والجزر عند مصبات الأنهار تبعاً لطبيعة المد والجزر على طول ساحل [البحر الذى يصب فيه هذا النهر . وحيث إن النهر يصب فى البحر (منسوبه أكثر أرتفاعاً بالنسبة المستوى سطح البحر غالباً) فإن على حركة موجات المد

أن تقاوم فعل الجاذبية . وهذه بالتالى تودى إلى إضعاف قوى المد فى النهر من ناحية ، كما أنها تقصر من طول الفترة الزمنية للمد وتزيد من طول الفترة الزمنية للجزر (١) .

وحيث إن النهر كذلك يصب بعض المياه فى البحر ، وهى تنساب فى عكس إتجاه موجات المد الآتية من البحر إلى النهر ، فينجم عن ذلك اختلافات ثانوية فى منسوب المد وأوقات حدوثه . وتتوقف هذه الأختلافات الأخيرة على مدى كمية المياه التى يصبها النهر فى البحر بالنسبة إلى كمية المياه التى تدفعها موجات المد من البحر إلى النهر . وعلى ذلك فهناك أختلاف واضح بين منحنى المد عند مصب النهر حيث يتميز ببساطته وبظهور أثر فعل المد من البحر صوب النهر ، بينما يتصف منحنى المد بالتعقد كلما اتجهنا صوب أعالى النهر ويتنوع إرتفاع منسوب المد عند مصبات الأنهار من مجرى إلى أخر ، فهو عند مصب نهر سفرن Severn يتراوح من ٣ — ٤ قدم بينما عند مصب نهر سين كيانج Tsien-tang-Kiang فى جنوب الصين الشعبية يبلغ نحو ١٢ قدماً (٢) .

وكما هو الحال بالنسبة لحركات المد عند مصبات الخليجية النهرية ، فإن طبيعة حركة المد والجزر فى الخلجان البحرية تتوقف هى الأخرى على أساس حدوث تلك الحركة فى البحار المجاورة . وفى معظم الأحيان تشاهد موجات المد فى الخلجان البحرية على شكل موجات متلاحقة متتابعة Progressive Waves تتجه صوب رأس الخليج . وحيث إن انحدار قاع معظم الخلجان البحرية ينحدر صوب البحر ، لذا فإن حركة المد يقل مداها تبعاً لأحتكاك موجات المد بالقاع . وعلى ذلك تنخفض سرعة موجات المد فى الخلجان كلما اتجهنا صوب رأس الخليج.

1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge 1958.

2- King, C. M. A., (Oceanograbhy for Geographers), London 1962

الفصل التاسع

الأمواج

قد تتخذ مياه المحيط السطحية عند تحركها ما يطلق عليه اسم الأمواج . وقد بهرت الأمواج العاتية العالية الانسان الأول وجعلته يقترب من خط الساحل بحذر شديد ، وكثيراً ما تقيد بأرض اليابس التى يعيش عليها ، وقد كانت الأمواج العالية فى البحار المضطربة من أهم المشكلات التى كانت تواجه السفن الشراعية الخاصة برحلات المصريين القدماء ، والفينيقيين والأغريق والأسكندنافيين والإسبان والبرتغال . وقد عنى قباطنة السفن التى كانت تمخر عباب المحيط الأطلسى الشمالى فيما بين السواحل الغربية لأوربا والساحل الشرقى للعالم الجديد الذى أكتشف عام ١٤٩٢ بدراسة الأمواج البحرية وحالة البحر وأهمية ذلك على الملاحة فى المحيط .

ولاتقتصر دراسة أمواج البحر على نوع معين من الدراسات فقط ، بل هى تهم كل من الباحثين فى علوم الرياضة والطبيعة والأقيانوغرافيا الطبيعية ، والجيومورفولوجيا ، وهندسة الموانى . وحتى الوقت الحاضر لاتزال دراسة الأمواج من الناحية الرياضية وتحديد خصائصهاوسرعتها فى الأعماق المختلفة تحتاج إلى كثير من الجهد والبحث :

وقبل الحديث عن تصنيف أشكال الأمواج وتحديد نشأتها وسرعتها ، يحسن أن نشير إلى بعض المصطلحات العلمية التى تتعلق بشكل الموجة نفسها (شكل ٣٤) .

قمة ← طول الموجة → قمة

إرتفاع الموجة

باطن

(شكل ٣٤) شكل الموجة والمصطلحات الخاصة بمورفولوجيتها العامة

ارتفاع الموجة : (ت) ، ويرمز إلى طول المسافة الرأسية بين قمة الموجة وقاعها .

طول الموجة : (ل) ، ويقصد به المسافة الأفقية بين قمتين أو قاعين لوجتين متجاورتين .

زمن دورة الموجة : (ن) الزمن الذى تستغرقه الموجة فى دوران دورة كاملة لكى تمر من قمة إلى أخرى .

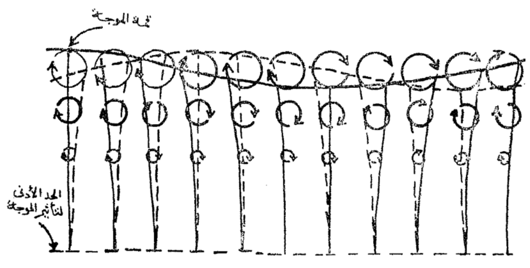
سرعة وجه الموجه : (ع) وهى عبارة عن طول الموجة مقسوماً على زمن دورة الموجة .

أى أن ع = $\frac{\text{ل}}{\text{ن}}$

ويقاس إرتفاع الموجة فى المملكة المتحدة ، والبلاد التى تستخدم المقاييس الإنجليزية بالأقدام بالنسبة لسرعة الرياح بالأميال فى الساعة . ومتوسط إرتفاع الأمواج فى البحار والمحيطات يتراوح من ٥ – ١٥ قدماً ؛ وقد يزداد فيما بين ٤٠ – ٥٠ قدماً خاصة أثناء حدوث العواصف . ويتراوح طول الموجة من ٢٠٠ – ٧٠٠ قدم ، وسرعتها من ٢٠ – ٦٠ ميل فى الساعة ولا تتبع الأمواج نظاماً معيناً يوضح الطرق المختلفة التى تسلكها ، بل إلى جانب اختلاف الأمواج من حيث أطوالها وأبعادها ، كثيراً ما تتداخل فى

بعضها وتتلاحق وتتشابك فيختفي الصغير منها في داخل الموجات الكبيرة ، وينجم عن ذلك تجمع قممها وتداخلها في بعضها .

وتتشكل أمواج المحيطات المفتوحة تبعاً لسرعة الرياح وطول الفترة الزمنية التي يشتد خلالها فعل الرياح . وقد رجح بعض الكتاب أن أعظم الأمواج إرتفاعاً تتكون في البحار الجنوبية (فيما بين ٤٠° جنوبا وسواحل انتارتيكه) ، وترحل هذه الإمواج مسافات بعيدة نحو الشمال حتى ولو خرجت من نطاق الرياح التي نشأت فيه . كما تبين كذلك أن الأمواج التي تشاهد على سواحل كاليفورنيا خاصة في فصل الصيف ما هي إلا نتيجة للعواصف التي نشأت في المحيط الهادى الجنوبي . وعلى ذلك تسير الأمواج مسافة تزيد عن ٥٠٠٠ ميل من موقع نشأتها الأولى . ويلاحظ أن الأمواج تدور أجزائها في حركة دائرية بحيث ترجع أجزائها بعد دورانها إلى نفس



(شكل ٣٥) الحركة الدائرية لأجزاء مياه موجة متوسطة الارتفاع

مواقعها الأولى تقريباً (١) . ذلك لأنه لو كانت المياه تسير بنفس سرعة الأمواج (٢٠ — ٦٠ ميل في الساعة) لتعذر استخدام المحيطات في الملاحة البحرية . وتدور أجزاء الموجة دورة كاملة بحيث يقل محيط الموجة كلما

1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, (1958), p. 156.

أتجهنا صوب المياه السفلية ، حتى تتلاشى الأمواج نهائياً عند عمق ٣٣٠ قدم من سطح الماء . (شكل ٣٥) .

فإذا تصورنا أن هناك موجة يبلغ طولها ٣٣٠ قدم وإرتفاعها ١٦ قدم ، وتسير بسرعة ٢٨ ميل فى الساعة ، ففى هذه الحالة تبلغ سرعة الأجزاء السطحية من الموجة نحو ٤.٤ ميل فى الساعة ولكن على عمق ٦٥ قدماًمن سطح الماء ، تبلغ سرعة المياه نحو ١,٢ ميل فى الساعة فقط (١) بينما على عمق ٣٣٠قدمتتلاشى الأمواج تماماً. وعلى ذلك نجح فينينج منزيز Vening-Meinsz فى رصد قراءاته عن الجاذبية عندما سكنت غواصته على عمق ١٠٠ قدم فقط من سطح الماء دون أن تتأثر بحركة الأمواج .

كيفية نشأة الأمواج

يجد القارئ فى صفحات التاريخ البشرى محاولات أولية تفسر نشأة الأمواج . فقد أرجعها البعض إلى غضب الله عن القوم لأقترافهم بعض الأعمال المعصية ، أو إلى سكناها بقوم آخرين ينتشرون فوق قاع البحر ولهم مملكتهم الخاصة ، وهم المشرفون على مملكة المحيط . ومنذ بداية القرن العاشر الميلادى أكد الرحالة العرب العلاقة الواضحة بين هبوب الرياح وسرعتها وتكوين أمواج البحر العالية بل والمواسم المناسبة للملاحة البحرية فى بحار العالم المختلفة .

فيذكر ابن جبير فى رحلته المشهورة فيما بين ١١٨٢ — ١١٨٥ميلادياً ، العلاقة بين أتجاه الرياح وسرعتها ، وأمواج البحر ، ومواسم السفر فوق البحر فى كل من البحرين الأبيض المتوسط والأحمر . (راجع الفصل الثامن)

وقد تبع تقدم العرب فى فنون الملاحة البحرية والفلك مرحلة تدهور عظمى فى العلوم والفنون خلال فترة العصور الوسطى فى أوربا حتى سيطرت المعتقدات الدينية على كل نواحى الحياة العلمية . ولكن عند بداية مرحلة الكشوف

1 Gilluly, T., (Principles of Geology), New York, (1959) p. 302.

الجغرافية فى القرنين الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين ، ورحلات جيمس كوك ورحلات قباطنة أوربا إلى سواحل أمريكا الشمالية أكدت ملاحظاتهم العلاقة بين أمواج المحيط العالية والرياح . وقد أوضحت الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة مصداق هذا الرأى الأخير وأرجعت تكوين الأمواج فى البحر إلى عاملين أساسيين هما : —

١ — عامل رئيسى ، وهو أثر فعل حركة الرياح .

٢ — عامل ثانوى ، يتمثل فى تكوين بعض الأمواج العالية بفعل حركة المد والجزر والحركات الفجائية الزلزالية والثورانات البركانية فى المحيط .

وعلى الرغم من ذلك فإن الطريقة التى تتحول بها قوة دفع الرياح للمياه وتكوينها أمواجاً فى المحيط ليست معروفة إلى الآن بالضبط . وقد حاول بعض الباحثين ومن بينهم سفردرب Sverdrup (١٩٤٧ — ١٩٦٢) (١) ، وجفريز Jeffreys عام ١٩٢٥ ؛ (٢) وميلز Miles عام ١٩٦٠ (٣) تفسير نشأة الأمواج وتطور تكوينها بفعل حركه الرياح . وقد أجمع معظمهم على أنها ترجع إلى أثر ضغط الهواء الملامس لسطح الماء وأحتكاكه به ومن ثم تتكون تموجات مائية دائرية .

تصنيف الأمواج البحرية

رجح بعض الباحثين تصنيفات مختلفة لتمييز مجموعات الأمواج فى بحار العالم : فقد قسمت الأمواج على أساس اختلاف شكل الموجة وسرعتها إلى ما يلى : —

١ — أمواج سريعة تبلغ سرعتها من ٤٠ — ٦٠ ميل فى الساعة وتتكون فى

1- Sverdrup., H. U., et., (The oceans,...) Prentice Hall, (1962).
2- Jeffreys, H., (On the formation of water by wind)., Proc Roy. Soc., London, (1925), 189-206.
3- Miles, J. w., (On the generation of surface waves...) Jour. Fluid Mech. vol. M. (1960), 469 - 478.

البحار المفتوحة تحت تأثير الرياح الشديدة .

٢ – أمواج متوسطة السرعة تبلغ سرعتها من ٢٠ – ٤٠ ميل في الساعة وتتكون كذلك في البحار المفتوحة بعد أن تقل سرعة الرياح نسبيا وقد تتكون أثناء حدوث المد العالى كما هو الحال فى خليج برستول أو حدوث العواصف والأنواء والثورانات البركانية التى تنتاب أرضية المحيط .

٣ – **أمواج محدودة السرعة** من ٥ – ٢٠ ميل فى الساعة ، وتظهر خارج نطاق الرياح التى كونتها فى البداية .

٤ – **أمواج هادئة** ، وهى التى تقل سرعتها عن ٥ ميل فى الساعة ، وهذه تشكل عادة المياه السطحية التى يلامسها هواء شبه ساكن ، كما هو الحال بالنسبة لأمواج بعض البحيرات . (١)

وتبعاً للعلاقة الواضحة بين تكوين الأمواج بفعل الرياح فقد قسم بعض الباحثين الإمواج إلى المجموعات الآتية : –

١ – **الأمواج الاولية او امواج البحر** Sea waves ، وهى عبارة عن الأمواج عند بداية نموها بفعل أحتكاك الرياح لسطح الماء ، وفى هذه الحالة لم يكتمل الشكل العام للموجة ذلك لأنها فى هذه المرحلة عبارة عن مياه تعلو أجزائها وتهبط دون أن تتخذ نمط معين بتأثير حركة الرياح .

٢ –**الامواج القعلية** Swell : وهى تلك التى تخرج عن نطاق هبوب الرياح ، وتكون لنفسها شكلها العام ، وتسير فى المحيط دون تأثير دفع الرياح لها .

٣ – **الامواج المتكسرة الامامية** : Forerunners . عندما يقل عمق المياه بالنسبة لطول الموجة ، لا تتمكن أجزاء الموجة من الدوران دورة كاملة بل تصطدم بالقاع وتتكسر ، وهنا تعرف بأسم الأمواج المتكسرة الأمامية .

1- Shepard. F. P.. (Submarine geology) N. Y. (1963).

٤ — **الأمواج المتكسرة** Breaker : وهى عبارة عن الأمواج التى تضعف سرعتها فجأة تبعاً لضحولة القاع بالنسبة لطول الموجة وإرتفاعها .

فتتكسر وتتلاطم بشدة على طول خط الساحل وصخوره الشاطئية .

ويمكن تقسيم مجموعات الأمواج حسب إختلاف شكلها العام إلى مايلى :

١ — **الأمواج الثعبانية الشكل** : Sinusoidal waves يظهر فى هذه الأمواج الثعبانية الشكل قمم الموجة وقاعها بوضوح ، وتتميز بأنها محدودة الإرتفاع وغير منتظمة الشكل كما أنها غير متساوية فى الحجم .
وغير منتظمة الشكل كما أنها غير متساوية فى الحجم .

٢ —**الأمواج الحلزونية** : Trochoidal waves تتكون هذه المجموعة من الأمواج فى البحار المفتوحة وتتميز بأنها غير محدودة الإرتفاع .

٣ — **الأمواج الفردية المنعزلة** : Solitary waves تتكون هذه الأمواج عادة فى المياه الضحلة ، بحيث لا تتلاحق الأمواج ولا تتابع بعضها بالبعض الآخر ، بل قد تظهر قمة لموجة ما بينما يبدو سطح الماء مستويا غير مموج . ومن ثم تتباعد مثل هذه الأمواج المنعزلة عن بعضها .

وقد تصنف الأمواج حسب مقياس بيوفورت الدولى ، إلى عدة مجموعات مختلفة تبعاً لأختلاف سرعتها وإرتفاعها وأشكالها . كما يتضح فى الجدول الآتى :

وتتنوع حالة البحر ومظهره العام تبعاً لحدة الأمواج ومدى قوتها وإرتفاعها فإذا كانت الأمواج هادئة او رقراقة ، فيتميز سطح ماء البحر بأستوائه الشديد وصفائه الواضح (خاصة إذا كانت نسبة المواد العالقة بالمياه قليلة) ولا يظهر فيه تكوين الزبد . ولكن كلما أزدادت الموجات إرتفاعا وإضطراباً

1- Von Arx. w. S., (An Introduction to physical oceanography), Massachusetts. U. S. A., (1962) 68 - 69.

أرقام الموجات	سرعة الريح التى تصحب حدوث الأمواج بالعقدة	سرعة الريح كم / الساعة	الإرتفاع بالأقدام	الاصطلاح العلمى الذى تعرف به الموجة
صفر	أقل من عقدة واحدة	أقل من كم فى الساعة	أقل من ١ قدم	رقراقة ذات سطح الزجاجى
١	١ — ٣	١ــ٥	من صفر ــ ١ قدم	هادئة جدا
٢	٤ — ٦	٦ــ١١	١ــ٢	هادئة
٣	٧ — ١٠	١٢ــ١٩	٢ــ٤	خفيفة
٤	١١ — ١٦	٢٠ــ٢٨	٤ــ٨	معتدلة
٥	١٧ — ٢١	٢٩ــ٣٨	٨ــ١٣	مضطربة
٦	٢٢ — ٢٧	٣٩ــ٤٩		مضطربة جدا
٧	٢٨ — ٣٣	٥٠ــ٦١	١٣ــ٢٠	عالية
٨	٣٤ — ٤٠	٦٢ــ٧٤	٢٠ــ٣٠	
٩	٤١ — ٤٧	٧٥ــ٨٨	٣٠ــ٤٥	عالية جدا
١٠	٤٨ — ٥٥	٨٩ــ١٠٢		
١١	٥٦ — ٦٣	١٠٣ــ١١٧	أكثر من ٤٥	الهريكين
١٢ — ١٧	٦٤ — ١١٨	١١٨ــ٢٢٠		

يعظم أنتشار الزبد الأبيض فوق سطح الماء وتعلو أجزاء الموجة وتنخفض وتصبح حالة البحر مضطربة . وقد تتعذر الرؤية للملاحظ فى البحر أحياناً بدرجة تتناسب طرديا مع قوة الأمواج وإرتفاعها خاصة إذا زاد الإرتفاع على ٣٠ قدم .

العوامل التى تؤثر فى سرعة الأمواج

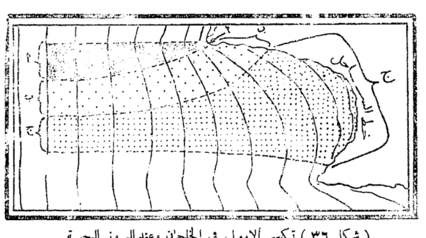
يتضح مما سبق أن الرياح تعد العامل الرئيسى الذى يولد الأمواج فى البحار إلا أنها كذلك العامل الذى يؤدى إلى إضعافها وزوالها عندما تضعف سرعة الرياح . وقد أكدت القياسات المختلفة على أن إرتفاع الموجات فى البحار يتناسب تناسباً طرديا مع سرعة الرياح وفى البحار الجنوبية المفتوحة لا يعرقل من سير الأمواج أى عوائق ولذا تتجه الأمواج شمالا بسرعة طالما كانت الرياح مواتية

لذلك . وعندما تصطدم الأمواج بعوائق ما مثل جزر بحرية ، أو حواجز مرجانية ، أو ألسنة وخطاطيف بحرية ، فكلها تحد من سرعة الأمواج بل تعمل على إنكسارها وتغيير إتجاهاتها . وينجم كذلك عن حدوث التساقط هدوء حالة البحر ، وتقليل فعل الأمواج ، ولكن إذا صاحب التساقط رياح شديدة ، فتعلو الأمواج وترتفع وتضطرب حالة البحر .

وأهم ما يؤثر فى سرعة الأمواج ما يلى : —

ا — طول الموجة . ب — عمق المياه .

ويمكن القول ، إذا كان عمق المياه أكبر من نصف طول الموجة ، فتتوقف سرعة الموجة فى هذه الحالة على أساس **اختلاف طول الموجة** أما إذا كان عمق المياه أقل من نصف طول الموجة ، فتتوقف سرعة الموجة فى هذه الحالة الأخيرة على أساس **اختلاف عمق المياه** . ومعنى ذلك أن الأمواج فى البحار المفتوحة تتوقف سرعتها على أساس إختلاف طول الموجة نفسها ، أما عندما تقترب الأمواج من المسطحات المائية الضحلة فوق الرفارف القارية وفى الخلجان الضحلة فتتوقف سرعتها على أساس إختلاف عمق المياه . ولذا نلاحظ على طول السواحل الرملية الضحلة أن قمم الأمواج دائما تظهر موازية لخط الساحل مهما كان إتجاه الرياح التى تهب عليه ، بينما قمم الأمواج فى البحار العميقة المفتوحة تبدو عمودية على إمتداد خط الساحل المجاور (شكل ٣٦) .



(شكل ٣٦) تكسر الامواج فى الخلجان وعند البروز البحرية

ويمكن حساب سرعة الأمواج فى المياه العميقة (يقصد بالمياه العميقة هنا أن عمق المياه أكبر من طول الموجة) حسب المعادلة الآتية :—

$$ع^{2} = \frac{جـ ل}{2 ط}$$

حيث إن :
ع = سرعة وجه الموجة فى المياه العميقة .
ل = طول الموجة .
جـ = عجلة الجاذبية الأرضية ، ٣٢ قدم/ثانية^{2}
ط = النسبة التقريبية ٣٫١٤ .
وحيث إن طول الموجة (ل) = السرعة (ع) × زمن دورة الموجة (ن) .
∴ بالتعويض فى المعادلة السابقة ينتج الآتى : —

$$ع = \frac{جـ × ن}{2 ط}$$

وبالتعويض عن كل من قيمة جـ ، ط . ينتج :—

$$\frac{32 × ن}{2 × 3,14}$$

∴ ع = ٥٫١٢ ن قدم / ثانية أى = ١٫٥٦ متر / ثانية .
وفى حالة المياه المتوسطة العمق ، تتأثر سرعة الموجة وفقا لتغير عمق المياه وعلى ذلك يمكن حساب سرعة الموجة تبعاً للمعادلة الآتية : —

$$\left\{ \frac{جـ}{\left(\frac{2 ط}{ل}\right)} \text{ طاز قيمة المقدار } \left(\frac{2 ط}{ل}\right) \text{ ف} \right\}^{1/2}$$

حيث إن : —

جـ = عجلة الجاذبية الأرضية ٣٢ قدم / ثانية^{2} ه

$\left(\frac{٢ط}{ل}\right)$ =عدد دورات الموجة. ويساوى $\frac{\text{٢ (النسبة التقريبية ٣٫١٤)}}{\text{طول الموجة}}$

ف = عمق المياه ؛

وقد أوضح الباحث إيرى Airy بأن عمق المياه لا يتناسب مع طول الموجة بالمياه الضحلة ، وعلى ذلك تصبح الأمواج متكسرة ومنعزلة ، وغير منتظمة الدوران ، وفى هذه الحالة يصبح « طول الموجة » عاملا غير أساسى عند حساب سرعة الموجة ، بينما يصبح « عمق المياه » و « إرتفاع الموجة » هما العاملان الأساسيان اللذان يتحكمان فى سرعتها . وقد رجح إيرى معادلته الخاصة بحساب سرعة الأمواج فى المياه الضحلة كما يلى : —

$$ع = \sqrt{حـ \times ف}$$

حيث إن ع = سرعة الموجة فى المياه الضحلة .

حـ = عجلة الجاذبية .

ف = عمق المياه .

إلا أن الباحث مونك Munk أدخل بعض التعديلات على معادلة إيرى السابقة . حيث ميز بين كل من عمق المياه من ناحية وإرتفاع الموجة من ناحية أخرى ، وأوضح أثر العامل الأخير فى التحكم فى سرعة الموجة بالمياه الضحلة وفى حالة الأمواج المنعزلة . وعلى ذلك أكد أن : —

$$ع = \sqrt{حـ (ف + ت)}$$:

حيث إن : —

ع = سرعة الموجة فى المياه الضحلة ؛

حـ = عجلة الجاذبية الأرضية ؛

ف = عمق المياه ؛

ت = إرتفاع الموجة ؛

وعندما تصطدم الأمواج بالجزر أو بعوائق ما فينجم عن ذلك تغيير إتجاهاتها وإنكسارها ، وقد تمكن الباحث ستيل من حساب سرعة وجة الموجة بعد إنكسارها بقانونه المعروف باسمه Snell's Law والذى ينص على أن :

$$\frac{\text{جا ه}}{\text{جا ه}'} = \frac{\text{ع}}{\text{ع}'}$$

حيث إن : —

ه = الزاوية المحصورة بين قمة الموجة وسطح الجسم الذى انكسرت عليه الموجة ، وتعرف باسم زاوية الأنكسار .

هَ = (فى حالة المياه العميقة) وتمثل زاويةالسقوط ، وهى الزاوية المحصورة بين شعاع الموجة والعمودى على السطح الذى إنكسرت عليه الموجة .

ع = سرعة وجه الموجة .

عً = (فى حالة المياه العميقة) وتمثلسرعة الموجة بعد إنكسارها

ويمكن أن نلخص العلاقة بين سرعة وجه الموجة ،وطول الموجة ، فى المياه العميقة ، والمتوسطة العمق والضحلة ، وفى حالة إنكسار الموجة فى الجدول الآتى : —

	المياه العميقة (طول الموجة أقل من عمق المياه)	المياه المتوسطة العمق	المياه الضحلة (طول الموجه اكبر من عمق المياه)	الأمواج المتكسرة
اسرعة وجه لموجة = (ع)	$\frac{\text{ح}}{\text{٢ ط}}\,\text{ن}$	$\left\{ \frac{\text{ح ل}}{\text{٢ ط}} \text{ ظاز قيمة المقدار } \left(\frac{\text{٢ ط}}{\text{ل}}\right)\text{ف} \right\}^{١/٢}$	$(\text{ج ف})^{١/٢}$	$[\text{ج (ف + ت)}]^{١/٢}$
طول الموجة = ل	$\frac{\text{ح}}{\text{٢ ط}}\,\text{ن}^{٢}$	$\left\{ \text{ظاز} \left(\frac{\text{٢ ط}}{\text{ل}}\right)\text{ف} \right\}^{١/٢}$	←	ع ن

الفصل العاشر

التيارات البحرية

على الرغم من أن معظم الملاحين القدماء قد لاحظوا التيارات البحرية في مياه البحر كما لاحظ حدوثها كذلك ربابنة السفن التى كانت تعبر المحيط الأطلسى فيما بين قارتى أوربا وأمريكا الشمالية منذ بداية القرن السادس عشر إلا أن نشأة هذه التيارات البحرية لم تفسر إبان هذه الفترة تفسيراً علمياً ونجح جون مارى فى تمييز تيار الخليج الدفئ ، وأوضح بأنه عبارة عن « نهر بحرى » تسير مياهه من الجنوب إلى الشمال ، ويمتد بالقرب من الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية . كما ذكر مارى بأن الخصائص الطبيعية لمياه هذا التيار تختلف عن مياه المحيط التى تقع إلى الشرق منه من ناحية (مياه بحر سرجاسو) ، وعن المياه الساحلية التى تقع إلى الغرب منه من ناحية أخرى . وأطلق مارى على هذا التيار الغريب اسم « نهر الخليج ». (There is a river in the sea - The Gulf Stream...) ولكن لم يستطع « مارى » أن يقدم التفسيرات العلمية التى توضح نشأة هذا التيار المائى فى المحيط ، ولو أنه كان على صواب عندما ذكر بأن كلا من الرياح السائدة وطبيعة اتجاه خط الساحل يشكلان إتجاه هذا التيار .

ومن بين الآراء القديمة التى رجحت لتفسير نشأة التيارات البحرية تلك التى تؤكد بأن هذه التيارات تعزى إلى أثر فعل دوران الأرض حول نفسها ، أو أنها قد تعزى إلى أثر علاقة ما (غير محددة تماما) بين كوكب الأرض

ونفسه بقية الكواكب الأخرى . بينما أرجعها البعض الآخر إلى أثر فعل الرياح السائدة ، وأكد أصحاب هذا الرأى الأخير بأن الرياح هى التى تخلق هذه التيارات وتدفعها أمامها مسافات طويلة . ولكن أوضحت الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة بأن فعل الرياح يقتصر على تشكيل اتجاه التيارات البحرية ولا يؤدى إلى نشأتها . وقد لاحظ الباحثون وجود تيارات عظمى بالمسطحات المائية التى تتكون فوقها رياح هادئة . كما هو الحال بالنسبة للتيارات الإستوائية البحرية بمناطق الرهو الإستوائى . كما تبين أن نظام التيارات البحرية السطحية بالبحار والمحيطات يكاد يكون نظاماً ثابتاً لايتغير ولا يتفق تماماً مع نظام حركة الرياح ، ومناطق حدوث الأعاصير والأنخفاضات .

وكان من نتائج تقدم البحث الأقيانوغرافى خاصة فيما يتعلق بقياس درجة حرارة المياه ، ونسبة ملوحتها ، ودرجة كثافتها أن اتضح بأن عامل إختلاف درجة كثافة المياه من مسطح مائى إلى آخر ، يعد العامل الأساسى الذى يؤثر فى تكوين تيارات مائية تنتقل من مكان إلى آخر فى الطبقات السطحية للمياه . وتتوقف كثافة المياه بدورها على أساس الاختلافات فى درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها كذلك. فتبعاً لاختلاف درجة حرارة كل من المياه السطحية والمياه السلفية تنشأ تيارات تصاعدية رأسية وتنساب المياه من الطبقات المائية الساخنة إلى الطبقات المائية الباردة . وحيث إن درجة سقوط الأشعة الشمسية وكميتها تختلف من مسطح مائى إلى آخر ، ويقل تعامدها كلما بعدنا عن الدائرة الإستوائية شمالا أو جنوباً ، فتنساب المياه من المسطحات المائية الإستوائية والمدارية الساخنة إلى المسطحات المائية الأقل حرارة والتى تقع فى العروض المعتدلة ، والمعتدلة الباردة .

وأكد الباحثون أن كل قطرة من مياه المحيط قد مرت بدورتين كبيرتين هما : الدورة الرأسية من سطح البحر إلى قاعة وبالعكس ، والدورة الأفقية من المسطحات المائية القطبية وبالعكس كذلك . ويرجح العلماء أن طول هاتين الدورتين بالنسبة لقطرة معينة من الماء قد تتخذ

فترة زمنية تتراوح من ٣٠٠ — ٦٠٠ سنة .

وعلى ذلك فإن التيارات البحرية السطحية ما هى إلا جزء من الدورة العظمى لحركة المياه الرأسية والأفقية بالمحيطات. وإذا كان لتنوع الخصائص الطبيعية والكيمائية للمياه أثراً ملحوظاً فى نشأة التيارات البحرية . فإن لكل من فعل اتجاه الرياح السائدة وسرعتها ، وعملية دوران الأرض حول نفسها، وشكل السواحل التى تسير بجوارها هذه التيارات أثرها الواضح فى تشكيل اتجاه التيارات البحرية وطبيعة امتدادها (١) . وتظهر هذه الحقيقة عند دراسة التوزيع الجغرافى للتيارات البحرية فى المياه السطحية بالمحيطات المختلفة .

التوزيع الجغرافى للتيارات البحرية

تكاد تتمثل فى المسطحات المائية المحيطية خلال فترات السنة المختلفة دورة ثابتة من التيارات البحرية ولا يشذ عن هذه القاعدة سوى التيارات البحرية فى المحيط الهندى الشمالى التى تختلف مسالكها فى فصل الصيف الشمالى عن تلك فى فصل الشتاء الشمالى متأثرة باختلاف الخصائص الطبيعية المحلية للمياه السطحية بالمحيط الهادى الشمالى وأثر فعل الرياح الموسمية واختلاف اتجاهها من من فصل إلى آخر. وعلى ذلك يحسن أن نناقش التوزيع الجغرافى للتيارات البحرية بالمسطحات المائية لكل من المحيطات المختلفة .

(أولا) التيارات البحرية فى المحيط الأطلسى

(١) **فى المحيط الاطلسى الشمالى (٢)** : تتوقف دورة التيارات البحرية بالمياه السطحية للمحيطات على أساس تكوين التيارات المائية الأستوائية فى العروض المدارية والقريبة من النطاق الأستوائى. وتنشأ هذه

1- Joseph, E. Van Riper, (Man's physical world), N, Y.(1962)p 547

٢- يقصد بتعبير المحيط الأطلسى الشمالى ، تلك المسطحات المائية من هذا المحيط والواقعة إلى الشمال من الدائرة الإستوائية أما المحيط الأطلسى الجنوبى فتمتد مياهه إلى الجنوب من الدائرة الإستوائية .

التيارات تبعاً لتعرض المياه السطحية لأشعة الشمس القوية طوال السنة ، فترتفع درجة حرارة المياه السطحية وتنساب بالتدريج على شكل تيارات مائية (تساهم الرياح السائدة فى تحركها وتشكيل اتجاهاتها) نحو المسطحات المائية الأقل حرارة .

وتعرف هذه التيارات فى المحيط الأطلسى الشمالى باسم « التيار الإستوائى الشمالى N. Equatorial Current » ، ويتأثر اتجاهه هنا بفعل الرياح التجارية الشمالية الشرقية التى تساهم فى تحرك مياه التيار من الشرق إلى الغرب فيما بين دائرتى عرض١٠° ، ٢٥° شمالا . وعلى الرغم من اتساع نطاق هذا التيار إلا أنه يشغل المسطحات العلوية من المياه حيث لا يمتد فى المياه أبعد من خط عمق ٢٠٠ متر . وتختلف سرعة إنسياب التيار من الشرق إلى الغرب من موقع إلى آخر ، ولكن تبلغ السرعة أشدها عند دائرة عرض ٢٠° شمالا حيث تبلغ سرعة التيار هنا نحو ١٧ ميلا بحريا فى اليوم الواحد . وعندما يقترب التيار من خط طول ٦٠° غربا ينقسم إلى فرعين أحدهما يتجه شمالا نحو البحر الكاريبى ، ويعود ثانية إلى المحيط الأطلسى الشمالى بعد أن يعبر مضيق فلوريدا ، بينما يتجه الثانى جنوبا نحو الساحل الشرقى للبرازيل .وعندما يدخل التيار الإستوائى الشمالى خليج المكسيك عن طريق مضيق يوكاتان Yucatan يدور مع اتجاه دوران عقرب الساعة ويخرج ثانية من مضيق فلوريدا Straits of Florida ثم يلتحم شمالاً عند جزر البهاما Bahama Islands بتيار جزر الأنتيل وبقية التيار الأستوائى الشمالى ، وتكون هذه التيارات جميعاً ما يعرف باسم تيار الخليج The Gulf Stream . وتبين أن التيار الأستوائى الشمالى يخرج من خليج المكسيك أعظم قوة عما كان عليه قبل دخوله الخليج ويعزى ذلك إلى الأرتفاع النسبى لمنسوب مياه خليج المكسيك (نحو٧بوصات) عن سطح مياه المحيط المجاورة . (شكل ٣٧)

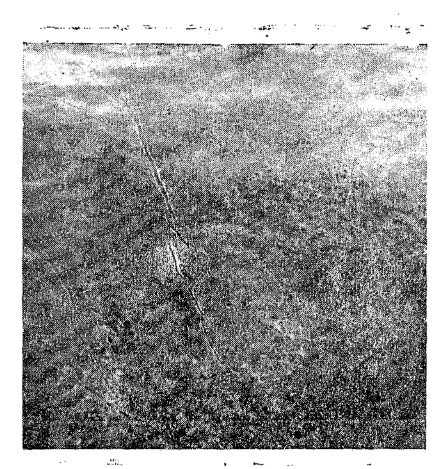
وقد كان يظن أن تيار الخليج عبارة عن تيار واحد يتجه من الجنوب إلى الشمال بسرعة تبلغ نحو ٢ ميل فى الساعة ، ولكن أكدت الدراسات



(شكل ٣٧) حركة التيارات البحرية السطحية فى المحيط الاطلسى الشمالى

الأقيانوغرافية الحديثة أنه يتألف من عدة أشرطة متجاورة ، تنحصر فيما بين المياه الساحلية غرباً ، ومياه بحر سرجاسو (اكتسب هذا البحر اسمه تبعاً لانتشار الطحالب البنية اللون والتى تطفو فوق مياهه ، لوحة ١٦) شرقاً وتنساب بسرعات مختلفة . فقد تبلغ سرعة المياه التى تشغل أطرافه الخامشية نحو ١ ميل فى الساعة ، بينما تبلغ سرعة أواسط التيار نحو ٦ ميل فى الساعة وعندما تقل سرعة التيار يتموج على شكل منعطفات أو ثنيات كبرى وتصبح أسطح المياه مموجة الشكل ويعظم فيها وجود الدوامات الكبيرة الحجم القليلة السرعة غير المحددة الأتجاه Turbulent Flow

وقد أكد فيست Wust أن المياه المنصرفة التى تخرج من مضيق فلوريدا والتى تلتحم بتيار الخليج تبلغ نحو ٢٦ مليون م٣ / الثانية ، بينما تصريف مياه تيار جزر الأنتيل التى تتصل هى الأخرى بتيار الخليج يبلغ نحو ١٢ مليون م٣/الثانية. كما أوضح وارثينجتون Worthington, 1954 ، بأنه على الرغم من أن تيار الخليج يعد تياراً ضعيفا ومحدود الإتساع إلا أنه تياراً سريعا حيث يبلغ



(لوحة ١٦) مياه بحر سرجاسو (الحد الشرقى لتيار الخليج الدفء أمام الساحل الجنوبي الشرقى للولايات المتحدة الامريكية ـ لاحظ نمو أعشاب السرجاسوم بالمياه).

متوسط سرعته فى قسمه الأوسط (إتساعه ٤٠ ميل) نحو ١٠٠ ميل/اليوم بينما قدر الأستاذ ديفان Defant عام ١٩٦١ بأن ما يحمله تيار الخليج من المياه ويدفعها نحو الشمال تبلغ أكثر من ٣٣ مثلا لحجم تلك الكمية التى تحملها كل الأنهار والثلاجات على سطح اليابس ، كما يدفع التيار معه كميات عظمى من الأملاح تبلغ نحو ١,٢١٠,٠٠٠ طن فى الثانية .

ومن دراسة قطاعات الحرارة ـ الملوحة لمياه تيار الخليج تبين أن درجة حرارة مياه التيار ترتفع عن المياه الساحلية ، فبينما تبلغ متوسط درجة حرارة المياه السطحية لتيار الخليج فى فصل الصيف نحو ٢٩°م وفى الشتاء نحو ٢٧°م تبلغ متوسط درجة حرارة المياه السطحية للمياه الساحلية المجاورة نحو ١٧° م صيفاً ونحو ٥°م شتاء .

ويلاحظ أن خط الحرارة المتساوى ١٠° ف يوجد بالمياه الساحلية المجاورة لساحل فلوريدا عند عمق ٢٠٠ متر من سطح الماء بينما يتمثل فى كتلة مياه تيار الخليج عند عمق ١٠٠٠ متر . (١)

ويلاحظ أن نسبة الملوحة بالمياه الساحلية الواقعة إلى الغرب من تيار الخليج تبلغ نحو ٣٣ فى الألف بينما ترتفع فى مياه تيار الخليج نفسه إلى نحو ٣٦,٥ فى الألف ، وتعظم عن ذلك فى مياه بحر سرجاسو الواقع إلى الشرق من تيار الخليج عند دائرة عرض شبه جزيرة فلوريدا . واوضحت الدراسات المختلفة أن نسبة الملوحة للمياه السطحية لتيار الخليج بالقرب من رأس هتراس Cape - Hatteras نحو ٣٦ فى الألف وأن درجة حرارة المياه نحو ٢٦° م ، بينما عند عمق ٢٢٠ متر فقط من سطح الماء تنخفض درجة حرارة مياه التيار إلى نحو ٢٠° م ، وترتفع نسبة الملوحة كذلك إلى نحو ٣٦,٦ فى الألف . كما تختلف سرعة التيار رأسياً كذلك ، فيلاحظ أن المياه السطحية للتيار أعظم سرعة من مياهه السفلية . فبينما تبلغ سرعة التيار عند السطح نحو ٢٥٠ سم/الثانية ، تتراوح سرعة مياه التيار عند عمق ١٥٠٠ م ، من ١ — ١٠ سم / الثانية .

وعندما يصل التيار عند رأس هتراس Cape Hatteras عند دائرة عرض ٣٥°شمالا ، تبلغ سرعة المياه السطحية للتيار نحو ١٢٠ / الثانية وتتراوح كمية التصريف المائى للتيار من ٧٤—٩٣ مليون سم ٣ فى الثانية .

وعندما يصل تيار الخليج إلى الشمال من شبه جزيرة نوفاسكوتشيا Nova Scotia وجنوب جزيرة نيوفوندلاند (عند دائرة عرض ٤٥° شمالا) تضعف سرعة التيار وتتشتت مياهه فى أفرع مختلفة ، بعضها يتجه غرباً ليدخل خليج سنت لورنس عن طريق مضيق كابوت Cabot Strait وبعضها الآخر يتجه شمالا

1- William S. Von Arx (An Introduction to physical oceanography), Massachusetts, U. S. A., 1962, p. 317.

حول السواحل الشرقية لجزيرة نيوفوندلاند ، وبعضها الآخر يتجه شرقاً فى المحيط الأطلسى الشمالى تحت تأثير كل من فعل دوران الأرض والرياح العكسية الغربية وهنا يعرف التيار باسم تيار المحيط الأطلسى الشمالى .

وينساب على طول الساحل الشرقى لجرينلند ، تيار مائى آخر ، يعرف باسم تيار شرق جرينلند East Greenland Current ويتلاقى هذا التيار ، بتيار لبرادور Labrador Current عند رأس شبه جزيرة لبرادور ، وبالقرب من المياه الساحلية لميناء باتل هاربر Battle Harbour ثم ينساب التياران جنوباً ويلتقيان بتيار الخليج فى المياه المحيطية حول جزيرة نيوفولاند وينجم عن إلتقاء هذه التيارات المائية المختلفة الخصائص الطبيعية والبيولوجية ، بالإضافة إلى التقاء الكتل الهوائية المختلفة الملامسة لسطح مياه هذه التيارات ، بيئة صالحة لصيد الأسماك . (توفر المواد الغذائية بالمياه وحدوث الضباب البحرى) ثم تنحرف هذه التيارات جميعاً نحو الشرق مكونة تيار المحيط الأطلسى الشمالى North Atlantic Drift ، وهو تيار عظيم الإتساع (يتراوح اتساعه من ٢٥٠ — ٣٥٠ميل) . إلا أنه قليل السمك ، ولا يظهر أثره أبعد من خط عمق ١٠٠٠ متر .

وعندما يقترب تيار المحيط الأطلسى الشمالى من الجزر البريطانية ، يتشتت إلى عدة أفرع وتنساب منه ألسنة من المياه نحو الساحل الغربى لشبه جزيرة اسكنديناوه ، وأخرى تدخل بحر الشمال وبحر البلطيق ، وهذه الأخيرة عبارة عن تيارات دفيئة بالنسبة لمياه السواحل الباردة التى تتجه إليها ، بينما تنساب جنوباً تيارات باردة ، تعرف باسم تيار كناريا البارد Canary Currents ويسير هذا التيار على طول السواحل الغربية لفرنسا ، وشبه جزيرة إيبريا ويصل جنوباً حتى جزر كنارى ، وعندها يلتقى بالتيار الإستوائى الشمالى . وتبعاً لذلك تتكون فى المسطحات المائية مناطق إلتقاء تيارات مائية متنوعة تساهم فى حدوث حركات تقليب رأسية بالمياه خاصة فى الفترة من يناير إلى مايـــــــو :

(ب) في المحيط الأطلسي الجنوبي :

بالقرب من الدائرة الاستوائية وإلى الجنوب منها يتكون التيار الإستوائي الجنوبي فيما بين دائرتي عرض ٤° شمالا ، ٢٠° جنوبا في المحيط الأطلسي . ويعد هذا التيار أعظم قوة من ذلك الذي يتكون إلى الشمال منه (التيار الأستوائي الشمالي) ، وتبلغ متوسط سرعته نحو ٢٠ ميلا بحرياً في اليوم الواحد وينساب من الشرق إلى الغرب ويتأثر اتجاهه هنا كذلك بفعل الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . وعند رأس ساو روك São Roque ، تقع ألسنة من هذا التيار تحت تأثير الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . وعلى ذلك تتجه هذه الألسنة من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي وتدخل البحر الكاريبي عن طريق مضيق يوكاتان . وتلتحم بمياه التيار الأستوائي الشمالي. بينما تتجه بقية التيار نحو الجنوب وتسير بمحاذاة ساحل شرق البرازيل ، ويعرف هنا باسم تيار شرق البرازيل . وينجم عن أنسياب هذه التيارات الأستوائية العظمى نحو الأجزاء الغربية من المحيط الأطلسي ، إرتفاع منسوب المياه في هذا الجزء ومن ثم ترتد المياه ثانية من الغرب إلى الشرق على شكل تيارات مائية رجعية تنحصر فيما بين التيارين الأستوائيين الشمالي والجنوبي . (شكل ٣٨) ، إلا أنها تقع غالباً إلى الشمال من الدائرة الإستوائية . وعلى ذلك فهناك كميات كبيرة من المياه تنساب مع التيارات البحرية من المحيط الأطلسي الجنوبي إلى المحيط الأطلسي الشمالي ، وقدر أركس (١٩٦١) أن كمية تصريف هذه المياه تبلغ نحو مليون متر مكعب / الثانية .

ويعد تيار البرازيل تياراً ضعيفاً حيث إنه يفقد من مياهه نحو ٦ مليون متر مكعب من المياه /الثانية ، تندفع إلى الشمال الغربي صوب مياه البحر الكاريبي . ومن ثم تصبح كمية التصريف المائي لهذا التيار نحو ١٠ مليون متر مكعب / الثانية (أي نحو ١/٧ من كمية تصريف مياه تيار الخليج الدفيء) ويسير مجاوراً للساحل الشرقي للبرازيل . وعند دائرة ٣٠° جنوباً يتقابل التيار

مع تيار آخر بارد آتياً من الجنوب يعرف باسم تيار فولكلند Folkland C. وينحرف التياران نحو الشرق بفعل دوران الأرض وتأثير الرياح الغربية إلى أن تصل مياههما الساحل الجنوبي الغربي لأفريقية وتعرف هنا باسم تيار بنجويلا البارد : Benguela Current وتتجه مياه هذا التيار بجوار الساحل الغربي لأفريقية فيما بين رأس الرجاء الصالح جنوباً ودائرة عرض ١٨° جنوباً ، ويعمل على تكوين طبقة سطحية من المياه الباردة تمتد لمسافة تبلغ ٢٠٠ كيلومتر من خط الساحل الى المحيط . كما قد ينشأ بفعل هذا التيار حركات توازن رأسية بالمياه تساعد على تجديد المواد الغذائية ببعض أجزاء من المياه الساحلية الواقعة تحت تأثير تيار بنجويلا . وقدر الباحثون أن كمية التصريف المائى لهذا





(شكل ٣٨) حركة التيارات البحرية السطحية فى محيطات العالم

التيار تبلغ نحو ١٧ مليون متر مكعب من المياه/الثانية : وعلى ذلك فهو أعظم قوة من تيار شرق البرازيل الذى يمثل على الجانب الغربى من المحيط الأطسى

الجنوبي : وإلى الشمال من دائرة عرض ٢٠° جنوباً يبتعد التيار عن خط الساحل وينحرف غرباً ليندمج مع التيار الإستوائي الجنوبي .

(ثانيا) التيارات البحرية في المحيط الهادي

(١) في المحيط الهادي الشمالي : — تتكون بالمسطحات الإستوائية والمدارية بالمحيط الهادي تيارات مائية تشابه تلك التي سبق الإشارة إليها بالمحيط الأطلسي . وفي النصف الشمالي من المحيط يطلق عليها اسم التيار الأستوائي الشمالي بالمحيط الهادي . ويتميز هذا التيار بإتساعه النسبي حيث إنه يمتد فيما بين دائرتي عرض ٥° — ٢٥° شمالا ، إلا أن سرعته لا تزيد عن ٢٠ سم/ الثانية . ويتجه هذا التيار من الشرق إلى الغرب كذلك تحت تأثير الرياح التجارية الشمالية الشرقية . وتبعاً لأنتشار مجموعات الجزر في الجزء الغربي من هذا المحيط تتشتت مياه هذا التيار إلى أفرع متعددة أهمها ذلك الذي يتجه شمالا بمحاذاة سواحل الفلبين والساحل الشرقي للصين الشعبية إلى أن يصل جزر ريوكيو وجزيرة شيكوكو اليابانية ويعرف باسم تياركورشيو الدفيء Kuroshio وينساب منه فرع آخر صوب بحر اليابان ويعرف باسم تيار توسوشيما Tusu Shima وآخر ينساب جنوباً ليكون جزاء من التيار الإستوائي الرجعي .

ويشابه تيار كورشيو تيار الخليج الدفيء في المحيط الأطلسي . ويبلغ متوسط سرعة المياه السطحية لهذا التيار في فصل الصيف نحو ٩٠ سم/ الثانية ، وتقل سرعة مياهه السطحية في فصل الشتاء بحيث تبلغ نحو ٦١سم/ الثانية . ويبلغ أقصى إمتداد لكتلة مياه هذا التيار من السطح حتى خط عمق ٧٠٠ متر ، وتعظم كمية ما يصرفه من مياه خلال فصل الصيف عنها في فصل الشتاء ، ويقدر متوسط تصريفه السنوي بنحو ٦٥ مليون م٣/ الثانية .

وعند دائرة عرض ٣٥° شمالا ينحرف التيار شرقاً تحت تأثير فعل الرياح الغربية ودوران الأرض حول نفسها ، بينما تنساب منه أفرع ثانوية نحو

الشمال وتلتقى عند دائرة عرض ٤٠° شمالا بتيار مائى بارد هو تيار أو ياشيو Oya Shio أو تيار كوريل البارد . وعند منطقة الإلتقاء هذ تتكون منطقة مائية تكثر فيها الدوامات المائية تبعاً لتكوين حركة التقلبات والتوازن الرأسية بالمياه المختلفة الخصائص الطبيعية وينجم عن ذلك تجديد طبقات المواد الغذائية والفيتو بلانكتون بالمياه ومن ثم تكوين منطقة رئيسية عظمى لصيد الأسماك .

وتنساب مياه تيار المحيط الهادى الشمالى نحو الشرق على شكل تيار مائى متسع ضحل ، وعند دائرة عرض ٤٠° شمالا (وإلى الشمال من سان فرنسيسكو على الساحل الغربى لأمريكا الشمالية) ، ينحرف التيار إلى فرعين ، يتجه أحد هما شمالا بمحاذاة سواحل كندا والسكا ، ويعرف باسم تيار ألسكا الدفئ ، بينما ينساب التيار الآخر نحو الجنوب بمحازاة الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية وأمريكا الوسطى ويعرف باسم تيار كاليفورنيا البارد . وينساب هذا التيار الأخير جنوباً حتى دائرة عرض ٢٣° شمالا ويتصل هنا بالتيار الإستوائى الشمالى . ويبلغ متوسط إتساع تيار كاليفورنيا نحو ٧٠٠كم ، وتصريفه المائى نحو ١٠ مليون م٣/ الثانية. وتساهم الرياح الشمالية والشمالية الغربية التى تهب على ساحل كاليفورنيا فيما بين ٣٥° ، ٤١° شمالا على حدوث حركات توازن رأسية بالمياه ، ينجم عنها دوام تجديد المواد الغذائية بالمياه ، وتجمع الأسماك . (شكل ٣٨).

(ب) فى المحيط الهادى الجنوبى :

يتكون التيار الأستوائى الجنوبى فى هذا الجزء من المحيط الهادى فيما بين دائرتى عرض ٤° ، ١٥° جنوباً ويتجه من الشرق إلى الغرب تحت تأثير الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . ونظراً لضحولته من ناحية وإنتشار مجموعات الجزر المتناثرة فى المياه المدارية بالنصف الغربى لهذا المحيط من ناحية أخرى ، يتشتت التيار وتنساب منه أفرع مختلفة يتجه بعضها شمالا لتتصل بالتيار الإستوائى الشمالى ، بينما يصطدم بعضها الآخر بجزر الهند الشرقية ، ويرتد فى اتجاه عكسى من الغرب إلى الشرق فيما بين دائرتى عرض ٢° ــ ٥°

شمالا على شكل ما يعرف باسم التيار الإستوائى الرجعى. بينما ينحرف بعضها الآخر جنوباً على شكل تيار ضعيف يسير بمحاذاة الساحل الشرقى لأستراليا ومن ثم أطلق عليه اسم تيار شرق استراليا الدفئ . وعند دائرة عرض ٤٠° جنوباً يدخل التيار فى نطاق الرياح الغربية West Wind Drift ويتقابل مع التيارات الباردة التى تدفعها الرياح الغربية شرقا ، وعلى ذلك يعبر المحيط الهادى الجنوبى من الغرب إلى الشرق حتى يصطدم بالساحل الجنوبى الغربى لشيلى . ويتجه التيار بعدها صوب المياه الدفيئة فى الشمال مجاورا لساحل شيلى وبيرو ويطلق عليه تيار شيلى أو تيار بيرو أو تيار همبولت Humboldt (Peru) or Chile Current

ويذكر الأستاذ «ليك» P. Lake(١) بأن هذا التيار الأخير يتألف من فرعين متوازيين ، الفرع الشرقى هو الذى يرمز إليه اسم تيار بيرو أو تيار شيلى ، أما الفرع الآخر الغربى ، فيمكن تسميته باسم تيار بيرو أو شيلى المحيطى . ويساهم هذا التيار البارد عندما يلتقى بالمسطحات المائية الدفيئة أمام ساحل بيرو على حدوث حركات توازن رأسية عظمى بالمياه وحسب دراسات جونثر Gunther عام ١٩٣٦ فإن حركات التقليب الرأسية بالمياه تحدث فيما بين خط عمق ٣٥ — ٣٦٠ متر تحت سطح الماء ، وينجم عن هذه الحركات الرأسية للمياه وفرة المواد الغذائية بالمياه على الرغم من ضيق أبعاد الرفرف القارى . وعلى ذلك استغلت هذه المسطحات المائية بصورة إقتصادية خلال العشر سنوات الماضية فقط واصبحت تمثل الآن أعظم المناطق لصيد الأسماك فى العالم . ويقترب تيار بيرو من الساحل كثيراً ويختفى أثره إذا ما بعدنا عن خط الساحل بنحو ٥٠٠ ميل فقط . وتتراوح كمية المنصرف من مياهه من ١٠ — ١٥ مليون م٣/الثانية وتبلغ سرعته نحو ٧٥سم / الثانية .

وقد لوحظ أن هذا التيار قد يحدث فيه بعض التغيرات الثانوية خلال فصول السنة المختلفة . ففى فصل الصيف الشمالى قد يميز إلى الشمال من الدائرة

1- Lake. P., (Physical Geography), Cambridge (1958).

الأستوائية وتمتزج مياهه بالتيار الأستوائى الرجعى . أما فى فصل الشتاء فلا تميز مياه هذا التيار إلى الشمال من الدائرة الإستوائية ، كما أن بعض مياهه (التى تكون قد اصبحت أكثر دفئاً ولكن مازالت نسبة ملوحتها منخفضة) تسير موازية لساحل أكوادور ، ويطلق عليها الأهالى هنا اسم تيار النينو EL NINO وقد يتجه هذا التيار المحلى جنوباً حتى دائرة عرض ١٢° جنوباً ويساهم هذا التيار فى إرتفاع نسبة الرطوبة بالجو وحدوث الأعاصير الشديدة والتى تسقط أمطاراً غزيرة تعمل على هلاك أعداد هائلة من الكائنات البحرية والأسماك والبلانكتون ، هذا بالأضافة إلى أن الأمطار الغزيرة كثيراً ما تزيل السماد الطبيعى (جوانو Guano) الذى تتركه الطيور فوق بقاع الجزر المتناثرة فى هذه المنطقة . وغالباً ما تحدث الأعاصير الشديدة الناجمة بفعل تأثير تيار النينو مرة شديدة كل سبع سنوات كما حدث ذلك فى أعوام ١٩١١ – ١٩١٧ – ١٩٢٥ – ١٩٣٢ – ١٩٣٩ – ١٩٤٣ .

(ثالثا) التيارات البحرية فى المحيط الهندى

تشابه دورة التيارات البحرية فى المحيط الهندى إلى الجنوب من الدائرة الإستوائية مثيلتها فى النصف الجنوبى من المحيط الأطلسى أو تلك فى النصف الجنوبى من المحيط الهادى . ولكن تختلف دورة التيارات البحرية فى المحيط الهندى إلى الشمال من الدائرة الإستوائية عن تلك فى المسطحات المحيطية بنصف الكرة الشمالى تبعاً لتأثر اتجاهاتها بفعل الرياح الموسمية الجنوبية الغربية فى فصل الصيف والشمالية الشرقية فى فصل الشتاء .

ففى النصف الجنوبى من هذا المحيط ينشأ التيار الإستوائى الجنوبى تبعاً لإرتفاع درجة حرارة المياه ، وتدفعه الرياح التجارية الجنوبية الشرقية من الشرق إلى الغرب وعلى ذلك يكون سريعاً خلال فصل الصيف الشمالى إبان هبوب هذه الرياح وهنا تبلغ متوسط سرعته نحو ٧٠سم/ثانية . وعندما يصل التيار إلى الشمال من جزيرة مدغشقر ينقسم إلى فرعين أحدهما شمالى يسير

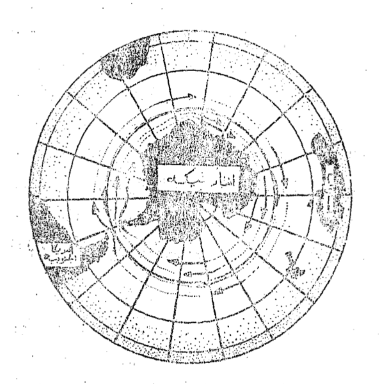
بمحاذاة ساحل الصومال حتى رأس القرن الأفريقى ، (دائرة عرض ١٢° شمالا) ثم تندمج مياهه فى مياه التيارات البحرية بالنصف الشمالى من هذا المحيط . بينما ينحرف الفرع الثانى نحو الجنوب ويجاور الساحل الجنوبى الشرقى لأفريقية ويعرف هنا باسم تيار موزمبيق وإلى الجنوب من دائرة عرض ٣٠° جنوباً يطلق عليه اسم تيار أجولهاس Agulhas Gurrent . ويبلغ متوسط عرض هذا التيار الدفئ الآخير نحو ١٠٠ كم ومتوسط كمية تصريف مياهه نحو بليون م٣/الثانية ومتوسط سرعته نحو ٤٥ سم/الثانية . وعندما يصل هذا التيار عند دائرة عرض ٣٨° جنوباً يدخل فى نطاق الرياح الغربية وينحرف نحو الشرق ويعبر المحيط الهندى الجنوبى على شكل تيار ضحل متسع غير محدد المعالم تماماً إلى أن يصطدم بالسواحل الغربية لأستراليا ، ويعرف هنا باسم تيار غرب استراليا البارد ، وقد عمل هذا التيار الأخير على زيادة حالة الجفاف بالمناطق الغربية من قارة أستراليا . ثم يتجه هذا التيار شمالا صوب المياه الدفيئة إلى أن يندمج بمياه التيار الإستوائى الجنوبى عند دائرة عرض ١٠° جنوباً.

أما فى النصف الشمالى من المحيط الهادى إلى الشمال من الدائرة الإستوائية فيعظم ظهور التيار الإستوائى الشمالى إبان موسم هبوب الرياح الموسمية الشتوية الشمالية الغربية والشمالية الشرقية ، والمتجهة من اليابس إلى البحر . ففى فصل الشتاء تتجه التيارات البحرية عامة فى إتجاه عكس عقرب الساعة من الشرق إلى الغرب ، بينما فى فصل الصيف الشمالى تنساب المياه الإستوائية من الغرب إلى الشرق مع إتجاه الرياح الموسمية الجنوبية الغربية (بعد أن تنحرف هذه الرياح على يمين إتجاهها عند الدائرة الأستوائية) ، وتتجه التيارات البحرية بصورة عامة من الغرب إلى الشرق فى كل من خليج بنغال والبحر العربى تحت تأثير هذه الرياح الموسمية الصيفية .

(رابعا) التيارات البحرية فى المحيط القطبى الجنوبى

تقع التيارات البحرية الباردة فى المسطحات المائية إلى الجنوب من دائرة

عرض ٤٠° جنوباً تحت تأثير الرياح الغربية Western Wind Drift وعلى ذلك ففى المسطحات المائية الواقعة بهذه العروض فى كل المحيطات المختلفة تتجه فيها التيارات البحرية فى حركة دائرية مع أتجاه عقارب الساعة من الغرب إلى الشرق حول القارة القطبية الجنوبية (أنتارتيكه شكل ٣٩). وقد ساهمت



(شكل ٣٩) حركة التيارات البحرية السطحية فى المياه القطبية الجنوبية

عملية دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق على دوام التيارات البحرية لهذا الاتجاه فى المحيط القطبى الجنوبى . وتتخذ التيارات البحرية فى هذا فى هذا الجزء من المحيط تيارات عظيمة الأتساع إذ تنساب على شكل ألسنة طولية متوازية فيما بين دائرتى عرض ٤٠° ، ٦٠° جنوباً ، وتتجه نحو الشرق ببطء حيث تتراوح سرعتها من ١٠ — ٢٥ سم/ثانية ، وتشتد سرعتها عن ذلك خلال فصل الصيف الجنوبى وبعد ذوبان كميات كبيرة من الثلج المتراكم فوق قارة القطبية الجنوبية .

يتضح من هذا العرض أن التيارات السطحية المحيطية تنشأ أساساً تبعاً لتنوع الخصائص الطبيعية للمياه من مسطح إلى آخر . بينما يؤدى كل من فعل دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق ، واتجاه الرياح السائدة فى المنطقة ، وشكل الساحل وتوزيع اليابس على جوانب المحيطات إلى تشكيل اتجاه هذه التيارات البحرية ، واختلاف مورفولوجيتها العامة وامتدادها من تيار الى آخر .

الباب الخامس

الفصل الحادى عشر :

مورفولوجية القاع العميق للبحار والمحيطات .

الفصل الثانى عشر :

مورفولوجية القاع الضحل للبحار والمحيطات .

الفصل الثالث عشر :

بعض الظاهرات الثانوية فوق قاع البحار والمحيطات.

الفصل الحادى عشر

مورفولوجية القاع العميق للبحار والمحيطات

قد تتشابه بعض الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار والمحيطات مع تلك التى تتمثل فوق أجزاء اليابس من حيث النشأة أو من حيث الشكل العام، إلا أن الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار تعد أعظم حجماً وإمتداداً إذا ما قورنت بتلك على اليابس . بالإضافة إلى ذلك فإن الظواهر التضاريسية لقاع البحار لا تتأثر بفعل التعرية الهوائية ، ولكنها تتعرض دائما لفعل الإرساب وعلى ذلك كثيراً ما تتغطى برواسب عظيمة السمك (آلاف الأقدام) وتنغمر تحتها . كما قد يتعرض قاع البحار إلى حركات تكتونية عظمى ينجم عنها مايلى :

ا ــ تشكيل بعض الظواهر التضاريسية الكبرى فوق القاع ومن بينها الحواجز المحيطية العظمى والسهول المحيطية .

ب ــ خلق ظواهر تضاريسية لم تكن موجودة من قبل مثل البراكين المحيطية ، والجزر البركانية ، والخوانق المحيطية .

ج ــ تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة فينجم عن إنخفاض قاع المحيط أو تعرضه لعمليات الهبوط أو تشكيله بالخوانق والخنادق العظمى ، إنخفاض منسوب سطح البحر ، حتى ولو زاد حجم المياه بالمحيطات . وبالتالي تنكمش أبعاد المحيطات بالتدريج تاركة أمامها أرصفة

رحية . أما إذا ارتفع قاع المحيط أو تعرض لحدوث الحواجز المحيطية العظمى فينجم عن ذلك إرتفاع منسوب سـاحل البحر ومن ثم إنغمار أجزاء من اليابس المجاور بالمياه وقد تصبح جزءاً من الرفارف القارية للبحار . وطبقاً لنتائج الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة لقاع البحار ، أكد العلماء أن هذا القاع ليس سطحاً مستوياً كما كان يعتقد من قبل ، بل هو يختلف بين عمق وآخر وتتنوع فوقه ظواهر تضاريسية متعددة . وتتلخص أعظم الظواهر التضاريسية الكبرى إنتشارا فوق قاع البحار والمحيطات العظيمة العمق فيما يلى :—

١ — السهول المحيطية العظمى Abyssal Plains .

٢ — الخوانق أو الخنادق الطولية العميقة Deep Sea-Trenches :

٣ — الحواجز المحيطية العظمى Submarine Ridges .

ويختص الحديث التالى بكل من هذه الظواهر الكبرى .

(أولا) السهول المحيطية العظمى
Abyssal Plains

أثبتت الدراسات السيسمولوجية ونتائج دراسات الجيولوجيا البحرية Marine geology, أن قاع البحار والمحيطات يشتمل على مجموعات مختلفة من السهول أو الأحواض العظيمة الأتساع ويبلغ متوسط عمقها ٤٠٠٠ متر من سطح الماء . ومن نتائج دراسات صدى الصوت وسبر الأعماق المختلفة تبين أن أنحدار هذه السهول يتراوح فيما بين ١/١٠٠٠ ، ١/١٠٠٠٠ . إلا أن المناطق التى يتجمع فوقها الرواسب المختلفة قد تكون أقل أنحداراً وسطحها أعظم إستواء . وعلى ذلك فقد عرف الأستاذ هيزن Heezen عام ١٩٥٩ السهل المحيطى بأنه تلك المنطقة من قاع المحيطات العميقة (أكثر من ٣٠٠٠ متر عادة) والتى تتميز بأستواء سطحها ، ومتوسط نسبة انحدار هذا السطح ١ : ١٠٠٠ [1]

1- Heezen, B. C., (The Floor of the Ocean), Geol. Soc Amer, 1959

التوزيع الجغرافى للسهول المحيطية وخصائصها العامة

لوحظت السهول المحيطية العظمى فى البداية فوق قاع المحيطات الكبرى ، ولكن تبعاً للتوسع فى عمليات سبر الأعماق وتقدم صنع الآلات الخاصة بتسجيل صدى الصوت خاصة بعد الحرب العالمية الثانية ، اكتشف العلماء مجموعات أخرى من هذه السهول (إلا أنها أقل مساحة) فوق قاع البحار الصغيرة ، مثل خليج البنغال وبحر ويدال Weddell شمال القارة القطبية الجنوبية وكذلك فى خليج المكسيك والبحر الأبيض المتوسط .

وفيما يختص بالسهول المحيطية فوق قاع **المحيط الهادى** فقد دلت الدراسات الأقيانوغرافية على أن هذه السهول يعظم تكوينها على طول السواحل الغربية لأمريكا الشمالية وأمام ساحل خليج ألسكا . وقد أكد أميرى Emery, 1960 أن طبيعة سطح السهول المحيطية يختلف من جزء إلى آخر تبعاً لتنوع الرواسب القارية والبحرية التى تتجمع فوقه من ناحية ، وكمية هذه الرواسب واختلاف أحجامها من ناحية أخرى . وقد أوضح أن أنهار ألسكا تصب أحجاماً هائلة من الرواسب فوق قاع الخليج هذا إلى جانب كميات الرواسب العظمى التى تخلف فوق القاع تبعاً لفعل الغطاءات الجليدية البلايوستوسينية . وعلى ذلك اتسم قاع الأحواض السهلية فى شمال شرق المحيط الهادى بعظم إستوائه تبعاً لتغطيته بهذه الإرسابات المختلفة .

أما فى **المحيط الاطلسى** فقد[1] درست السهول المحيطية التى تتمثل فوق قاعه دراسة تفصيلية ورسم لها خرائط بحرية دقيقة بحيث أمكن تحديد معظم الظواهر التضاريسية الثانوية التى تشكل قاع هذه السهول والأحواض المحيطية بل نجحت الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة فى تمييز السهول المحيطية المحددة المساحة بهذا المحيط ، وأمكن تحديد موقع بعض السهول التى لم تكن معروفة حتى وقت قريب من قبل ، مثل سهل سوهم المحيطى Sohm Plain الذى

1- Emery, K. O., (The sea of Southern California...) N.Y, 1960.

يمتد جنوب جزيرة نيوفوندلاند . ويبلغ متوسط عرض هذا السهل نحو ٢٠٠ ميل ويقع على عمق ١٨,٠٠٠ قدم (٥٥٠٠) متر ، ويميز السهل حوا ف جبلية عالية Marine Scarps تشغل حدوده الشرقية والغربية ، ويتراوح إرتفاعها من ١٢٠٠ إلى ٤٨٠٠ قدم فوق أرضية السهل البحرى . ويرتفع السهل تدريجياً نحو الشمال إلى أن تتصل أطرافه بالمنحدر القارى والرفرف القارى أمام مصب نهر سنت لورنس .

ومن الأحواض أو السهول المحيطية العظمى فوق قاع المحيط الأطلسى ، حوض شمال شرق الأطلسى ، وحوض شمال غرب الأطلسى ، ويفصل بينهما الحافة المحيطية الأطلسية العظمى (شكل ٤٠) وميز الباحثون إلى



(شكل ٤٠) الحواجز المحيطية العظمى والسهول أو الاحواض التى تنحصر بينها فوق قاع المحيط الاطلسى

الشرق من الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية حوضين متسعين هما حوض البرازيل وحوض الأرجنتين . وفيما بين جنوب افريقية والقارة القطبية

الجنوبية ينحصر بين الحواجز المحيطية العظمى مجموعات من الأحواض السهلية المحيطية منها حوض ويدال Weddell ، والحوض الأطلسى – الأنتاركتيكى – الهندى ، وحوض أوجولهاس . (شكل ٤٠) .

وإلى الغرب من القارة الأفريقية ، ، عملت الحواجز المحيطية الثانوية التى تمتد عرضياً فيما بين الرفارف الأفريقية شرقاً ، وحاجز المحيط الأطلسى الجنوبى غرباً على تقسيم السهل المحيطى فى هذه المنطقة إلى مجموعات من الأحواض السهلية الثانوية تشمل من الشمال إلى الجنوب ، حوض إيبريا ، وحوض كناريا ، وحوض سيراليون ، وحوض سانت هيلانه ، وحوض رأس الرجاء الصالح .

وتوجد بعض السهول المحيطية المحدودة المساحة فى **المحيط الهندى** ومنها حوض كارلسبرج Carlsberg الذى تحدد أطرافه الغربية الحاجز المحيطى المعروف بهذا الاسم كذلك ، وحوض كارجولين Kerguelen الذى يقع فوق أرضية المحيط فيما بين شبه القارة الهندية ، والقارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) .

وفى المحيط القطبى الشمالى دلت نتائج الأبحاث التى قام بها ديتز وشمواى Dietz and Shamway عام ١٩٦١(١) على وجود سهول محيطية متسعة ، أعظمها ذلك المعروف باسم حوض كندا والذى يقع على عمق ١٣٠٠ قدم ويمتد من الشمال إلى الجنوب لمسافة يبلغ طولها ٦٦٠ ميل (١٢٠٠ كيلو متر) وقد أكد أن السبب الرئيسى الذى أدى إلى أستواء سطح هذا الحوض هو تجمع الرواسب الجليدية البلايوستوسينية فوق أرضيته .

وقد ساهمت الأبحاث السوفيتية الحديثة فى تفسير كثير من النقاط التى كانت غامضة من قبل عن طبيعة هذا المحيط ومورفولوجيته العامة . وقد أوضحت هذه الدراسات أن أرضية المحيط القطبى الشمالى تنقسم إلى حوضين

1- Dietz, R.S., (Continent and ocean basin...) Nature, vol. 190 1961

رئيسين متسعين يفصل بينهما حاجز محيطى يمتد من جزيرة نوفو سيبرسك Novo Sibiriskie إلى جزيرة جرينلند وألسمير Ellesmere كما أكدت كذلك فى عام ١٩٥٤ بأن هذا المحيط (١) يعد حديث النشأة جداً ، حيث إن إطاره العام قد تكون منذ نحو ١٠,٠٠٠ سنة مضت (بعد إنتهاء عصر البلايوستوسين وبداية العصر الحديث) .

وقد تتشكل بعض السهول المحيطية بمجموعات مختلفة من التلال والجبال الأنفرادية المنعزلة والتى يختلف إرتفاعها من ٣٠ متر إلى ٤٠٠٠ متر فوق أرضية السهل المحيطى . وقد تبين أن معظم هذه التلال تتكون عادة على طول الأطراف الحدية للسهول المحيطية ، وقد واجه الباحثون عقبات مختلفة عند تفسير نشأة هذه الجبال ، ذلك لأنه كان وما زال من الصعب فحص التركيب الجيولوجى لهذه الجبال وتحديد العوامل التى ساهمت فى نشوئها . وعلى ذلك رجح البعض أن التلال المنعزلة فوق أطراف السهول المحيطية قد ترجع إلى فعل الرواسب المتجمعة فوق أرضية السهل بينما رجح البعض الآخر أنها تعزى إلى حدوث بعض الحركات التكتونية على طول الحواف الهامشية للسهول المحيطية خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة . وتبعاً لهذا الرأى الأخير تختلف التلال المنعزلة وتتنوع أحجامها تبعاً لطبيعة الحركات التكتونية التى شكلتها خلال التاريخ الجيولوجى الطويل .

نشأة السهول المحيطية

لاتزال نشأة السهول المحيطية تحتاج إلى تفسيرات علمية أكثر دقة من تلك التى رجحت حتى الوقت الحاضر ، بل تعد نشأة السهول المحيطية مشكلة فى الدراسات الأقيانوغرافية الطبيعية لم تحل بعد . وقد دلت النتائج الدراسات السيسمولوجية ونتائج أعمال صدى الصوت فى المحيطيات على أن السهول المحيطية تتركب أساساً من كتل صخرية عظيمة الكثافة تتألف من السيما Sima (صخور ترتفع فيها نسبة سليكات الماغنيسيوم) ، أما صخور السيال Sial

---

1- a- Izvestia Akademii Nauk. S.S.S.R. No. 5 (Sep.-Oct., 1954).
b- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, 4th. edi, (1958)

القارية (صخور ترتفع فيها نسبة سليكات الألومنيوم) ، فتكاد تكون معدومة الوجود فى القشرة الأرضية لقاع المحيطات. ولكن تتراكم فوق صخور السيما التى تتألف منها أرضية السهول، فرشات سميكة من الرواسب المختلفة . وقد أوضحت الدراسات كذلك أن سمك طبقة السيما التى تقع أسفل مياه البحار أقل سمكاً بكثير من تلك التى تقع تحت طبقات السيال القارية و من ثم كان من الصعب إيجاد حل يفسر كل هذه الملاحظات مجتمعة . ومع ذلك فقد فرضت عدة آراء مختلفة لتفسير نشأة السهول المحيطية منها :-

ا - نظرية داروين التى رجحها عام ١٨٧٨ وأكدها ثانية عام ١٨٨١ والتى تعد أقدم الآراء التى رجحت لتفسير عدم وجود قشرة السيال أسفل مياه المحيطات ، وفى نفس الوقت نشأة المحيط الهادى . ويعتقد داروين أن القمر انفصل عن الأرض تبعاً لتفاعل قوة جذب الشمس للأرض من ناحية ، وقوة الطرد المركزية الناتجة عن عملية دوران الأرض حول نفسها من ناحية أخرى وقد أنفصل القمر عن الأرض من الجزء الذى يشغله اليوم الحوض الدائرى للمحيط الهادى .

ومن أنصار هذا الرأى الأستاذ ازموند فيشر Osmound Fisher الذى رجح أن عملية أنسلاخ القمر وأنفصاله عن كوكب الأرض ، أدت إلى ساب غطاء السيال من الجزء الذى يشغله حوض المحيط الهادى الحالى ، ومن حسابه لقطر القمر ، أكد فيشر كذلك أن أبعاد المسطحات المائية للمحيط الهادى تتفق كثيراً مع شكل القمر المستدير ، بل وإذا وضع القمر فى حوض هذا المحيط لملأ حيزه المائى تماماً وكون طبقة متوسط سمكها نحو ٦٠٠ كيلو متر .

ب - رجح الأستاذ هالم (Halm) عام ١٩٣٥ بأن حجم الكرة الأرضية يزداد زيادة تدريجية بسيطة ، وقد نجم عن العملية البطيئة لإنتفاخ الكرة الأرضية أن تكسرت قشرة السيال الخارجية وتمزقت من فوق الأحواض المحيطية التى امتلأت بالمياه ، وبقيت هذه القشرة فوق اليابس . وعلى ذلك لم تتمكن هذه القشرة التى كانت محدودة المساحة تغطية أكثر من ٣٠٪ من مساحة السطح الحالى للكرة الأرضية . وقد وافق كل من أجيد

Egyed عام ١٩٥٦ ، وكارى **Carey** عام ١٩٥٨ على هذا الرأى ، ورجح كارى أن عملية الإنتفاخ البسيطة لا تحدث فى الوقت الحالى ولكنها كانت واضحة عند بداية نشأة الكرة الأرضية (١) .

ولكن من دراسة الخصائص الطبيعية للتركيب المعدنى للكرة الأرضية أثبتت الدراسات الجيوفيزيقية عكس ذلك ، وأكدت أن الأرض تعرضت لعملية تقلص أو أنكماش تدريجية بسيطة ، بعد فترة ميلادها ونشأتها بدلا من تعرضها للإنتفاخ البسيط الذى ينجم عن زيادة حجم الكرة الأرضية .

ج – رجح كل من ديتز Dietz وجيلفارى J. Gilvarry عام ١٩٦١ (٢) أن المحيط الهادى قد تكون تبعاً لسقوط نجم سماوى كبير الحجم ، عمل على صهر صخور السيال (تبعاً لسخونته الشديدة) وضغط طبقات السيما فى نفس الوقت (تبعاً للضغط الشديد الذى وقع فوقها) وهكذا اصبح سمك هذه الطبقات أقل منه تحت قارات اليابس ، . وقد عمل هذا النجم على حفر حوض المحيط الهادى وتعميقه . أما المحيط الأطلسى وبقية المحيطات الأخرى فيعتقد ديتز أنها نتاج حركة زحزحة القارات Continental Drift .

1- a- Carey, S. W., (A tectonic approach to continental drift), Univ. of Tasmania, Geol. Dept,. (1958), 177-355.

b- Halm, T. K., (An astronomical aspect of the evolution of the earth), Astro. soc South Africa, vol. IV (1935).

2- Gilvarry, J., (How the sky drove the land from the bottom of the sea), Saturdy Review,. Nov. 4. (1961), 53-58.

(ثانيا) الخوانق المحيطية العميقة

Deep Sea-Trenches

الخوانق أو الخنادق المحيطية عبارة عن شقوق عظمى طولية أو قوسية الإمتداد ، محدودة الأتساع (من جانب إلى آخر) إلا أنها عظيمة العمق (أكثر من ٢٥ ألف قدم) ، كما أنها تقع في منطقة الضعف الجيولوجي العظمى أي في المناطق) الحدية التي تفصل بين اليابس أو القارات من ناحية والقاع الحقيقي للمحيطات من ناحية أخرى (فيما وراء منطقة الرفرف القارى) على ذلك تتكون مجموعات متتابعة من الخوانق المحيطية العميقة على الحواف الحدية أو الهامشية للمحيط الهادى (شكل ١٠٠) ويظهر بعض أمثلتها كذلك في البحر الكاريبى ، وفى النصف الجنوبى من المحيط الأطلسى وعلى الجانب الغربى للمحيط الهندى .

ويذكر الأستاذ جيلشر A. Guilcher (١) عام ١٩٥٨ ، بأنه على الرغم من أن الخنادق المحيطية العميقة لا تشكل أكثر من ١٪ من مساحة أرضية البحار والمحيطات إلا أنها تعد من أعظم الظواهر التضاريسية الكبرى التى تشكل قاع المحيط . وحيث يبلغ متوسط عمق كل منها نحو ١٠ آلاف قدم ، لذا فهى توضح للباحث الأقيانوغرافى بيئتين تضاريسيتين مختلفتين . فالمنطقه المحصورة بين هذه الخوانق وخط الساحل ، تتألف غالباًمن صخور سيالية بأقرب تضاريسياً لمظهر سطح اليابس نفسه ، أما على طول الجانب الآخر فيما بين هذه الخوانق وأعماق المحيطات العظمى ، فتتألف الصخور هنا من الصخور السيما ، ويختلف الشكل التضاريسى لأرضية المحيطات تماماً عما نشاهده على سطح اليابس .

وتتمثل أعظم الخوانق المحيطية فى المحيط الهادى (شكل ١٠٠) والجدول التالى يوضح أعماق بعض هذه الخوانق .

1- André Guilcher, (Coastal and Submarine morphology,) Methuen, London, (1958).

اسم الخانق	العمق بالقامة	العمق بالمتر
الوشيان	٤,٢٠٠	٧,٦٧٩
كوريل	٥,٦٧٦	١٠,٥٤٠
اليابان (بونين)	٥,٣٦٤	٩,٨١٠
ماريانا «غور شالنجر»	٦,٣٠٠	١١,٥٠٠
ميندناو	٥,٤٨٤	١٠,٠٣٠
نيوبريتان	٤,٥٤٩	٨,٣٢٠
نيوهبريدز	٤,٩٤٠	٩,٠٣٥
تونجا	٥,٩٠٥	١٠,٨٠٠
كرمادوك	٥,٤٦٥	٩,٩٩٤
بيرو — شيلي	٤,٤٠٤	٨,٠٥٠

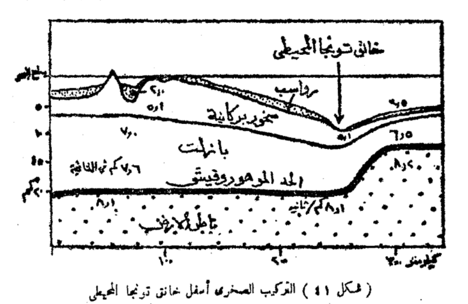
يتضح من هذا الجدول السابق أن أعظم عمق للخوانق المحيطية هو ذلك الواقع بالقرب من مجموعة جزر ماريانا **Mariana** (دائرة عرض ٢٠َ ر ١١° شمالا ، خط طول ٥٠ً ر ١٤٢° شرقاً) . وقد أثبتت دراسات صدى الصوت التي أجريت في أرضية هذا الخانق بأن أعظم عمق فيه يبلغ ٥٩٣٣ قامة (١٠,٨٥٠ متر) ، ولكن في عام ١٩٦٠ أجريت عدة أبحاث أخرى بواسطة غواصة الأعماق تريست ، وتبين أن أعظم عمق للخانق يبلغ نحو ٦,٣٠٠ قامة (١١٥٠٠ متر) .

ويمتد خانق ماريانا مثله كمثل بقية خوانق المحيط الهادى على شكل قوس وموازياً لاتجاه أقواس الجزر المحيطية المجاورة له مباشرة . وعلى الرغم من أن متوسط عرض هذا الخانق الذى يبدو قاعه العرضى على شكل حرف (V) لا يزد عن نصف ميل إلا أن طوله يبلغ أكثر من ٢٥٠ ميل . وقد تبين أن كل مجموعات الخوانق المحيطية العميقة بالمحيط الهادى تقع فى مناطق الضعف الجيولوجية على طول إمتداد خط الاندسيت (١) وقد يكون لنشأتها علاقة

١ — هو الحد الجيولوجى الهام الذى يفصل بين صخور السيال القارية وصخور السيما .

وثيقة بأقواس الجزر المحيطية المجاورة لها ؛ وعلى ذلك قبل أن نتحدث عن الآراء التى أقترحت لتفسير الخوانق المحيطية العميقة يحسن أن نشير إلى أمثلة لها :

(١) **خانق تونجا** : يعد أعمق هذه الخوانق جميعاً إذ يبلغ متوسط عمقه نحو ١٠,٨٠٠ متر ، وقد أنشأ له قطاع عرضى يوضح الظواهر التضاريسية العامة التى تشكله وذلك بالأستعانة بالاعمال المساحية السيسمو جرافية (شكل ٤١) . وقد تبين أن الحد الموهورفيشى(١) Mohorovicic Discontinuity يقع على بعد ٢٠ كيلو متر تحت صخور السيال القارية المجاورة . ومن دراسة المفتتات الصخرية والرواسب المختلفة فوق أرضية خانق تونجا تبين أن بعضها يرجع إلى الزمن الجيولوجى الثالث . ومعنى هذا أن نشأة خانق تونجا قد ترجع إلى بداية الزمن الجيولوجى الثالث أو قبل هذا الزمن . ويوضح شكل ٤١ التركيب الجيولوجى لخانق تونجا ، واختلاف سرعة الموجات السيسموجرافية فى طبقات



(شكل ٤١) التركيب الصخرى أسفل خانق تونجا المحيطى

---

١ — الحد الموهورفيشى : هو الحد الذى يفصل بين الصخور القاعدية للقارات وصخور باطن الأرض Mantle نفسها وتبلغ سرعة الموجات السيسموجرافية عند هذا الحد ٨,١ كيلومتر فى الثانية . وقد جاءت هذه التسمية تبعاً لاسم عالم البراكين والزلازل اليوغسلافى « موهوروفيشك » الذى ميز هذا الحد الجيولوجى الهام عام ١٩٠٩ .

وكتل الصخور المختلفة تبعاً لاختلاف التركيب المعدنى للصخور وتنوع كثافتها.

(ب) **خانق امريكا الوسطى :** — (خانق أكابو الكو)

قام بدراسة مورفولوجية هذا الخانق الذى يمتد مجاوراً للساحل الغربى لأمريكا الوسطى كل من سوهم وفيشر **Shom and Fisher** عام ١٩٦١ . من نتائج دراستهما تبين أن هذا الخانق يمتد هو الآخر على شكل قوس يبلغ أمتداده الطولى فيما بين طرفيه الشمالى والجنوبى نحو ١٢٦٠ ميل ومتوسط عمقه نحو ٤٤٠٠ متر (١٤,٤٠٠ قدم) ، وقد اتضح من نتائج الأبحاث السيسمولوجية أن الحد الموهوروفيشى يقع على بعد ٩ كيلومتر فقط أسفل قاع الجزء الشمالى الغربى من الخانق بينما يقع هذا الحد على بعد ١٧ كيلومتر أسفل قاع الجزء الجنوبى الشرقى للخانق. على ذلك رجح فيشر أن الجزء الشمالى من هذا الخانق أقدم عمراً من الجزء الجنوبى ، وقد أكدت الدراسات الجيولوجية حقيقة هذه النتيجة عندما تبين أن القطاع العرضى للجزء الشمالى من الخانق يبدو على شكل حرف (U) ، وأن القاع هنا مغطى بكميات عظمى من الرواسب بينما يبدو القطاع العرضى للجزء الجنوبى من الخانق على شكل حرف (V) وتقل فوق أرضيته سمك الفرشات الإرسابية .

نشأة الخوانق المحيطية العظمى

اختلفت آراء الباحثين فيما تختص بالعوامل التى أدت إلى نشأة الخوانق المحيطية العظمى ، ويمكن أن نلخص أهم هذه الأراء فيما يلى :—

١ — أعتقد الباحث فيننج مينزيز **Vening Meinesz** تبعاً لنتائج الأبحاث السيسمولوجية التى أجراها فى قاع المحيط الهادى ودراسات الإنحرافات الموجبة والسالبة غير المنتظمة **Negative and positive anomoly** عند تسجيل المنحنيات

التى تفسر طبيعة التركيب الجيولوجى تحت قاع المحيط ، أن نشأة الخوانق المحيطية العميقة ذات علاقة وثيقة بالحركات التكتونية لقاع المحيط . فحدوث الأنحرافات الموجبة والسالبة إن دل على شئ فإنما يدل على أن المناطق الحدية لقاع المحيطات تعتبر مناطق عدم استقرار حيث يختل فيها نظام بنية الطبقات. وتتعرض دائما لحدوث الهزات الزلزالية العنيفة والنشاط البركانى الشديد.

وقد أيد أمجروف Umbgrove نظرية مينزيز السابقة وأكد أن نتائج تسجيل الموجات الزلزالية والسيسمولوجية توضح أنحرافات سالبة فى أرضية الخوانق وإنحرافات موجبة Positive anomoly على جانبى الخوانق. ويعزى ذلك إلى أن سمك صخور السيال فى منطقة أرضية الخانق رقيقة جداً إن لم تكن معدومة بينما هى أعظم سمكا نسبياً على جانبى الخانق . ويرجح أمجروف كذلك أن مناطق الخوانق هى مناطق ضعف جيولوجية عظمى تمثل أحواض مقعرة ومنثنية عظمى Geosyncline tectogene تعرضت كذلك لحركات صدعية متوالية واصبحت تمثل أعظم المناطق تأثراً بالشقوق والفوالق الكبرى فى صخور القشرة الأرضية . ونتيجة لفعل حركات التصدع وضغط صخور السيال الأولية وهبوطها على صخور السيما السفلية اندفعت مصهورات السيما من أسفل إلى أعلى وظهرت على شكل براكين محيطية وكونت بعض الجزر البركانية على جانبى الصدوع العظمى . وفى نفس الوقت ضعفت صخور السيال العليا واصبحت رقيقة السمك جداً واحتل مكانها على طول أسطح الصدوع العظمى أو محاور الثنيات المختلفة الخوانق الطولية العميقة . وعلى ذلك نجح أمجروف فى تفسير اختلاف سمك صخور السيال أسفل الخوانق المحيطية وعلى جانبيها من ناحية ، والعلاقة بين هذه الخوانق وامتداد الأقواس الجزرية المحيطية من ناحية أخرى .

وقد ميز أمجروف بين نوعين مختلفين من أقواس الجزر هما : —

ا — **اقواس الجزر الفردية** :حيث تتذكل قوس جزرى على شكل خط

منحنى ، يوازى تماماً أحد جانبى الخوانق المحيطية وغالباً مايكون هذا الجانب هو ذلك المواجه لسواحل القارات ، وتعزى نشأة مثل هذه الاقواس إلى حدوث النشاط البركانى على طول محور واحد أو فى منطقة محددة ، خلال فترات جيولوجية مختلفة ، ومن أمثلة هذه المجموعات من الجزر قوس بونين ، وقوس الفلبين وقوس ماريانا .

ب — **اقواس الجزر المركبة** : وهى تلك التى تشتمل على أكثر من قوس جزرى وتبدو أقواسها متوازية ومتجاورة وتحصر بينها عادة خوانق محيطية عظمى وتعزى نشأة مثل هذه الأقواس إلى حدوث النشاط البركانى فى أكثر من محور أو منطقة محددة ، خلال فترات جيولوجية مختلفة . ومن أمثلة هذه المجموعة قوس أندونيسيا (جاوه) .

٢ — أما الباحث بينوف Benioff فقد رجح عام ١٩٥٤ بأن كلا من أقواس الجزر المحيطية والخوانق المحيطية العميقة ما هى إلا ظاهرات جيومورفولوجية سطحية نجمت عن حدوث حركات تصدع عظمى باطنية عميقة (متوسط عمقها من قاع المحيط ٦٥٠ كيلومتر) فى الطبقات السفلى أسفل القشرة الأرضية نفسها . وتحدث البراكين فى الصخور التى رميت إلى أعلى بواسطة حركات التصدع كما تنبثق الثورانات والمصهورات العظمى على طول أسطح هذه الصدوع . وإذا ظهرت هذه المصهورات بكميات كبيرة فوق قاع البحر ، وتراكمت إلى أن تظهر كذلك فوق سطح المياه ، تتكون بذلك الجزر البركانية ، أما إذا لم تظهر المصهورات فوق سطح المياه ، فتبدو على شكل تلال بركانية تراكمية تنتشر فوق ارضية قاع البحر .

وقد اعتمد الأستاذ بينوف فى بناء نظريته على الحقيقة التى توضح أن الأقواس الجزرية المحيطية الموازية لأمتداد الخوانق العميقة تلتصق جذورها بالصخور التى تقع أسفل قاع المحيط ، وإنتشار مجموعات هائلة من البراكين والتلال البركانية المحيطية فى منطقة الخوانق الضعيفة جيولوجياً .

ومن نتائج دراسات شتيل Stille عام ١٩٥٥ ، تبين أن كلا من الخوانق المحيطية العميقة وأقواس الجزر المحيطية ، يقعان فى منطقة ضعف جيولوجية عظمى يكثر فيها حدوث الزلازل والبراكين والصدوع ، ولكنه رجح بأن عملية تكوين الخوانق نفسها لم تحدث إلا منذ بداية الزمن الجيولوجى الثالث فقط ، بل أن بعضا من هذه الخوانق مثل خانق نيو هبريدز New Hebrides وخانق نيو بو مورانيا New Pommeranian ربما تكونا فيما بعد الزمن الثالث .

٣ — وهناك نظرية أخرى تعرف باسم « نظرية التيارات الصاعدة » Convectional Current Theory . وكان من أظهر مؤيديها الأستاذ الجيولوجى البريطانى أرثر هولمز Arther Holmes. وقد أعتقد هولمز بأنه يتولد فى صخور باطن الأرض حرارة عظمى تبعاً لتفاعل عناصر الراديوم والثوريوم . وينجم عن هذه الحرارة تكوين مجموعات عظمى من التيارات الباطنية التصاعدية ، بحيث تصعد هذه التيارات رأسياً إلى أعلى فى أواسط المحيطات وعند وصولها إلى قاع الطبقة العليا لقشرة الأرض تنحرف على يمين وشمال اتجاهها ، وتتجه فى حركة أفقية صوب القارات على الجانبين ، وعندما تقترب من سواحل القارات تتجه ثانية إلى أسفل حيث مركز نشوئها (بعد أن يضعف نشاطها).

وقد أكدت أبحاث العالم اليوغسلافى «موهورفيشك» عام ١٩٠٩ بطريقة علمية صحة الآراء النظرية التى افترضها هولمز من قبل ، كما أعلن العلماء أكثر من مرة خلال مؤتمرات السنة الدولية الجيوفيزيقية وخاصة عام ١٩٥٧ أن هناك تيارات حرارية تصاعدية هائلة تحدث فى باطن الأرض تبعاً للتفاعل الراديومى. وعلى ذلك تشبه هذه التيارات تلك المعروفة بتيارات الحمل والتى تتولد إذا ما تعرضت السوائل فى الأوانى للحرارة الشديدة أو للتسخين المستمر. وفى عام ١٩٦١ أكد الأستاذ ديتز Dietz(١) نظرية التيارات الصاعدة ، وأوضح أن هذه التيارات تتحرك رأسياً فى باطن الأرض من أسفل إلى أعلى فى أواسط الأحواض المحيطية وعلى ذلك نجم

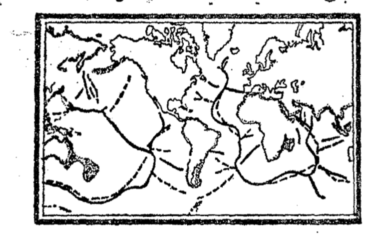
1- Dietz, R. S., (Continent and ocean basin ..) Nature, vol. 190 (1961).

عنها إنشاء صخور السيما وتكوين الحواجز المحيطية العظمى فى أواسط المحيطات وكأنها أعمدة فقرية لها . ثم تتجه التيارات فى حركة أفقية صوب القارات أسفل صخور السيما وعندما تقترب من السواحل تهبط ثانية إلى أسفل تحت سلاسل الجبال السيالية المتاخمة لأطراف القارات (كما هو الحال بالنسبة لمرتفعات الروكى والأنديز) وفى المواقع التى تهبط فيها هذه التيارت إلى أسفل تتكون تلك الظواهر التى يطلق عليها اسم « الخوانق الطولية العميقة » .

(ثالثا) الحواجز المحيطية العظمى

Submarine Ridges.

تشبه الحواجز المحيطية العظمى تلك الحواجز الصخرية التى تتكون على اليابس من حيث الشكل العام تارة ، ومن حيث النشأة تارة أخرى . إلا أن الحواجز المحيطية أعظم حجماً بكثير من الحواجز القارية . بالإضافة إلى ذلك فقد أوضحت الدراسات الأقيانوغرافية أن الحواجز المحيطية تكاد تتوسط الأحواض المحيطية ، وتظهر كأنها أعمدة فقرية لها . وعلى سبيل المثال يقسم حاجز المحيط الأطلسى أرضية المحيط إلى شطرين طوليين وكذلك تكاد تنقسم أرضية المحيط الهادى إلى قسمين طوليين (قسم شرقى وآخر غربى) بواسطة حاجز جزر كريسماس . أما المحيط الهندى فيكاد ينصفه هو الآخر حاجز كارلسبرج إلى حوضين طوليين كذلك (شكل ٤٢) . وإلى جانب هذه



—— حواجز محيطية
- - - الخطوط الفاصلة بين الأحواض المحيطية

(شكل ٤٢) العلاقة بين موقع الحواجز المحيطية والخطوط الفاصلة بين الاحواض المحيطية

الحواجز المحيطية الطولية تظهر مجموعة أخرى من الحواجز العرضية على شكل أفرع ثانوية للمجموعة الأولى ، وتعمل على تقسيم قاع المحيط إلى أحواض صغيرة (شكل ٤٠) وقبل أن نشير إلى الآراء المختلفة التي رجحت لتفسير نشأة هذه الحواجز ، يحسن أن نلقي بعض الضوء على توزيعها الجغرافي فوق قاع البحار والمحيطات وخصائصها المورفولوجية العامة .

التوزيع الجغرافي للحواجز المحيطية وخصائصها المورفولوجية العامة :

تكاد تتمثل الحواجز المحيطية العظمى في كل المحيطات الكبرى بالإضافة إلى ظهورها فوق قاع معظم البحار الثانوية كذلك :

ففي المحيط الاطلسي يمتد حاجزه الرئيسي في أواسط أرضية المحيط ويكاد يقسمها إلى قسمين متساويين . ويبدو هذا الحاجز على شكل حرف (S) ويبدأ طرفه الشمالي بالقرب من Bear Island وجان ماين Jan Mayen عند دائرة عرض ٧٣° شمالا ، وخط طول ٥° شرقاً . وقد أكدت الدراسات السيسمولوجية أن كل الجزر المحيطية الواقعة في النصف الشمالي من المحيط الأطلسي تقع فوق أعالي هذا الحاجز وفي القسم الأوسط من المحيط الأطلسي يتقوس الحاجز ويغير اتجاهه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وهنا يقع خانق عميق يعرف باسم خانق رومانش Romanch Trench وإلى الجنوب من هذا الخانق يمتد الحاجز من الشمال إلى الجنوب في المحيط الأطلسي الجنوبي ، ثم ينثني عند أقصى القسم الجنوبي من هذا المحيط ويتصل بحاجز جزر كارجولين Kurgulen .

وقد ساهمت سفينة الأبحاث الأقيانوغرافية أطلانتيس Atlantis في ايضاح الكثير عن مورفولوجية هذا الحاجز وخاصة في الجزء الذي يمتد فيما بين دائرتي عرض ٣٠° ، ٤٠° شمالا . ويتخلل هذا الحاجز بعض الانخفاضات الطولية التي تقع عند عمق ١٥٠٠ متر من سطح الحاجز المحيطي ، كما تحصر بعض أجزاء الحاجز فيما بينها هضاب يتراوح عمقها من ٢٨٨٠ إلى ٤٥٠٠ متر تحت سطح الماء . وكان لإمتداد حاجز المحيط الأطلسي في منتصف أرضية

المحيط ، أثره الواضح فى تشكيل طبيعة الأعماق بالمحيط . فأعظم المناطق عمقاً بالمحيط لا تشغل أواسط المحيط كما كان يعتقد حتى بداية القرن التاسع عشر، بل هى تلك الأحواض المحيطية التى تقع إلى الشرق أو إلى الغرب من حاجز المحيط الأطلسى العظيم . (شكل ٤٣) .



(شكل ٤٣) أعماق قاع المحيط الاطلسى

أما **قاع المحيط الهادى** فيتشكل بواسطة مجموعات عظمى من الحواجز التى تكاد تقطع أرضية هذا المحيط إلى شطرين متساويين ، شطر شرقى وآخر غربى . فإلى الشرق من الجزر اليابانية تمتد فوق قاع المحيط من الشمال إلى الجنوب حواجز محيطية عالية وتتصل بحاجز المحيط الهادى الأوسط ويعد هذا الحاجز الأخير عبارة عن حاجز عرضى محدود الإمتداد ، ثم يتفرع منه حاجز جزر كريسماس الذى يمتد من الشمال الغربى إلى أن يلتقى جنوباً بحاجز المحيط الهادى الشرقى (شكل ٤٢) .

أما **فوق قاع المحيط الهندى** فيمتد حاجز كارلسبرج على شكل حرف (Y) وتبدأ الأطراف العليا للزراع الأيمن لحرف (Y) بالقرب من المياه الساحلية أمام ميناء كراتشى . ويتألف هذا الحاجز المعروف هنا باسم حاجز مرى Murray Ridge من حاجزين متوازيين يفصلهما عن بعضهما منخفض طولى عميق . أما الأطراف العليا للزراع الأيسر لحرف (Y) فتظهر فوق قاع المحيط بالقرب من جزيرة سوقطرة

(إلى الشرق مباشرة من رأس القرن الأفريقى) . ثم يتقابل الزراعان فى حاجز واحد يعرف باسم حاجز كارلسبرج . ويتألف الحاجز فى هذا القسم الجنوبى كذلك من حاجزين مزدوجين متوازيين يتراوح عمقهما من ٢٣٠٠ — ٣٠٠٠ متر ويفصل بينهما خانق طولى عميق يبلغ عمقه نحو ٣٥٠٠ متر .

أما **قاع المحيط القطبى الشمالى** فهو مقسم كذلك بحواجز أهمها جميعاً حاجز لمونوسوف Lomonosov الذى أكتشفه المساحون الجيوفيزيقيون الروس . ويمتد هذا الحاجز العظيم الإمتداد من جزر نوفوسيبرسك Novo Sibrisk إلى جزر ألسمير Ellesmere شمال كندا . وقد درس كل من ديتز Dietz وشمواى Shamway عام ١٩٦١ الخصائص المورفولوجية العامة لهذا الحاجز وأوضحا أن نشأته تعزى إلى أثر حدوث حركات تكتونية عظمى شكلت معظم أجزائه ونجم عنها حركات رفع وصاحبتها حركات تصدع عظمى . إلا أن صخور هذا الحاجز لا تشتمل على أدلة تثبت حدوث ثورانات بركانية . وقد أوضحت دراستهما كذلك أن السطح العلوى للحاجز عبارة عن سطح مقشوط Truncated Surface خاصة على عمق ١٤٠٠ متر من سطح الماء وإن دل هذا على شئ فإنما يدل على أن منسوب سطح البحر إبان فترة تكوين هذا الحاجز كان أقل منه فى الوقت الحاضر . كما دلت الدراسات السيسموجرافية على أن هذا الحاجز ما زال معرضاً لفعل الحركات التكتونية البسيطة خاصة حول جزر ألسمير .

يتضح من هذا العرض أن الحواجز المحيطية أعظم حجماً بكثير إذا ما قورنت بتلك على اليابس فضلاً عن ذلك فإن الحواجز القارية تتعرض لفعل عوامل التعرية المختلفة التى تشكل مظهرها العام ، وتؤدى إلى إنخفاض منسوبها بالتدريج بينما لا تتعرض الحواجز المحيطية لمثل هذه العوامل . وقد تتشكل هذه الحواجز الإخيرة بما يلى : —

١ — حدوث الثورانات البركانية التى ينجم عنها أنبثاق المصهورات اللافية والتى قد تتداخل فى صخور الحواجز المحيطية .

٢ — تعرض هذه الحواجز لعمليات الإرساب البحرى :

ويلاحظ أن كلا من هذين العاملين السابقين لا ينجم عنهما تعرية الحواجز المحيطية والعمل على تآكلها ، بل يساهمان فى بنائها بالتدريج وإرتفاع أعاليها فوق قاع البحر المجاور لها ، وطمس معالمها التضاريسية تبعاً لإمتلاء المقعرات السطحية بالرواسب . وعلى ذلك فإن متوسط منسوب هذه الحواجز المحيطية يبلغ نحو ٣٠٠٠ متر فوق أرضية المحيط .

نشأة الحواجز المحيطية

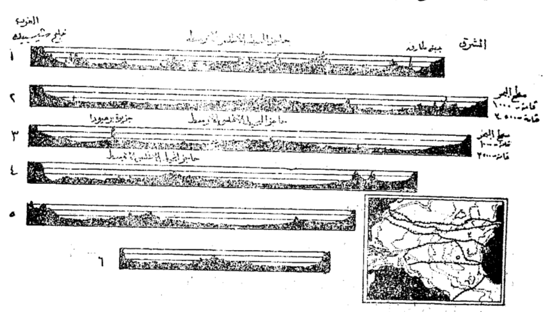
دلت الدراسات السيسمولوجية على أن الحواجز المحيطية تختلف فيما بينها من حيث التركيب الصخرى . (شكل ٤٤) . فصخور بعض الحواجز قارية النشأة وبعضها الآخر قد تكون أصل صخوره بركانية أو بركانية قارية .



(شكل ٤٤) تصنيف الحواجز المحيطية تبعا لاختلاف تركيبها الصخرى

وأوضحت نتائج الأبحاث الجيولوجية التي أجرتها سفينة الأبحاث الأقيانوغرافية أطلانتيس أن صخور الجانب الغربي لحاجز المحيط الأطلسي الشمالي تتألف من الصخور الجيرية التابعة للزمن الجيولوجي الثالث ، بينما تتكون صخور حاجز المحيط الأطلسي الجنوبي أساساً من الكوارتزيت . وفي المحيط الهندي تبين أن حاجز سوقطرة يتكون من الجرانيت . أما حواجز المحيط الهادي فهي أساساً بركانية النشأة وتتألف من البازلت .

ولا تتوقف مشكلة الحواجز المحيطية العظمى على تفسير نشأتها فقط ، بل كذلك كيفية تفسير موقعها الذي يحتل أواسط الأحواض المحيطية . فكما يبدو من القطاعات التضاريسية لقاع المحيط الأطلسي (شكل ٤٥) أن حاجز المحيط الأطلسي يتوسط هذا المحيط وتمتد السهول المحيطية العظمى على جانبيه



(شكل ٤٥) بعض القطاعات التي توضح تضرس قاع المحيط الاطلسي وشكله العام

وعند الحديث عن نشأة الحواجز المحيطية يجب ألا نغفل نتائج الأبحاث السيسمولوجية والجيوفيزيقية الحديثة . وقد أكدت هذه النتائج الحقائق التالية :

١ — إن سرعة الموجات الزلزالية أو السيسمولوجية أسفل المحيطات أسرع منها أسفل القارات .

٢ – إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع المحيط الهادى أسرع منها تحت
قاع المحيط الأطلسى وقاع المحيط الهندى .

٣ – إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع النصف الغربى من المحيط
الأطلسى أسرع منها تحت قاع نصفه الشرقى وتشابه فى نفس الوقت
سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع المحيط الهادى .

إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع النصف الشرقى من المحيط الهندى
أسرع منها تحت قاع نصفه الغربى .
ومن هذه الحقائق يمكن أن نستنتج الآتى : –

– إن كلا من قيعان المحيط الهادى والنصف الغربى من المحيط الأطلسى
ومعظم أرضية المحيط القطبى الشمالى تتألف صخورها من الصخور البازلتية
الثقيلة (صخور السيما Sima) .

٢ – يتغطى قاع النصف الشرقى من المحيط الأطلسى وقاع النصف الغربى
من المحيط الهندى بصخور السيال Sial .

٣ – يقع إطار المحيط الهادى الحقيقى داخل نطاق حد الإندسيت .

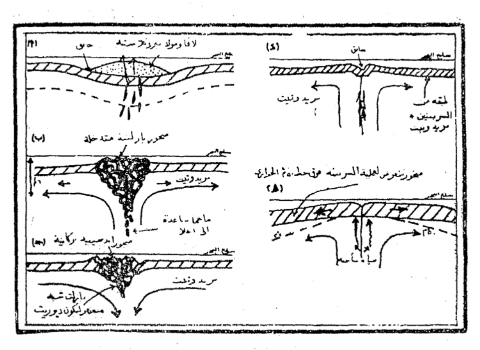
٤ – فى المحيطات التى تتألف قيعانها من صخور السيال ، تبين أن هناك
تشابهاً كبيراً بين إمتداد الحواجز المحيطية وإمتداد السلاسل الجبلية فوق
اليابس . وعلى سبيل المثال لا الحصر ، نلاحظ أن حاجز رأس الرجاء
الصالح المحيطى يقع على نفس إمتداد حافة دراكنزبرج ، وأن حاجز
فالفيس المحيطى يقع على نفس إمتداد خط تقسيم مياه الكنغو – الزمبيزى ،
وأن حاجز غينيا المحيطى يقع على إمتداد نطاق اللوافظ البركانية فوق اليابس
فى مناطق فرناندو بو – الكميرون – والحجار . وأن الجزء الأكبر من حاجز
كالسبرج فوق قاع المحيط الهندى يعد جانباً من جوانب الأخدود الأفريقى
العظيم .

وعلى الرغم من كل الملاحظات والحقائق التى دونت عن مورفولوجية الحواجز المحيطية ، إلا أن نشأتها لاتزال غير معروفة تماماً . وقد رجح الباحثون عدة آراء مختلفة لتفسير تكوين الحواجز المحيطية ، بل أن الباحث الواحد ، قد يرجح أكثر من عامل واحد يساهم فى معرفة نشأة مثل هذه الحواجز فنلاحظ مثلا الأستاذ هيس Hess عام ١٩٤٦ (١) قد رجح خمس حالات يمكن أن تتكون الحواجز المحيطية عن طريقها وتتلخص آراؤه فيما يلى :

١ — يرجع نشأة بعض هذه الحواجز المحيطية إلى أثر حدوث الثورانات البركانية العظمى وإنبثاق كتل بازلتية من باطن الأرض وظهورها فوق قاع المحيط على شكل حواجز عظمى . ونتيجة لتراكم المصهورات البركانية وإرتكازها فوق بعضها يزداد ثقل المواد المتجمعة ، ويؤدى إلى حدوث حركات هبوط تدريجية فى قاع المحيط . وتبعاً لهذا الرأى فإن حواجز قاع المحيط التى تنتمى إلى هذه المجموعة عبارة عن حواجز بركانية النشأة وتتركب صخورها من المصهورات البركانية والصخور القاعدية . ومن أمثلة هذه المجموعة حواجز المحيط الهادى . (شكل ٤٦أ)

٢ — يرجع نشأة بعض الحواجز المحيطية إلى أثر حدوث حالات الشد العظمى فى صخور قاع المحيط الناجمة عن حركة التيارات الباطنية الصاعدة Convection Current وعلى ذلك تتكسر طبقات البريدوتيت Peridotite ويتخللها كتل هائلة من المصهورات اللافية البازلتية المرفوعة . (شكل ٤٦—ب) . ومن أمثلة هذه المجموعة بعض حواجز المحيط الأطلسى .

1- Hess, H. H, (Drowned ancient islands of the Pacific Basins), Amer. Jour. Sci, vol. 244, (1946), 772 - 791,



(شكل ٤٦) الطرق المختلفة التي قد تتكون بواسطتها الحواجز المحيطية العظمى حسب آراء «هيس» عام ١٩٤٦

٣ – تعزى نشأة بعض الحواجز المحيطية إلى أثر فعل التيارات الباطنية الصاعدة عندما تهبط إلى أسفل عند الأجزاء العظيمة السمك من الطبقات العليا لباطن الأرض . وعلى ذلك تضغط هذه التيارات على طبقات القشرة الخارجية وتؤدى بدورها إلى حدوث إنبثاقات عظمى من المصهورات البازلتية وصخور الأندسيت البركانية : وفى مراحل متأخرة (بعد أن يزداد تدفق صخور البازلت) تتجمع هذه المصهورات على شكل حوافٍ بازلتية وديوريتية عظمى : (شكل ٤٦جـ) ومن أمثلة هذه المجموعة ، حاجز فالفيس Walvis الذى ينتمى إلى فترة ما قبل الكمبرى.

– وقد رجح هيس Hess كذلك بأن بعض الحواجز قد ترجع نشأتها إلى أثر فعل التيارات الباطنية الصاعدة حيث تندفع طبقات القشرة الأرضية إلى أعلى تبعاً للسخونة الشديدة التى تتعرض لها .(شكل ٤٦ د) ؛

أوقد تعمل التيارات الصاعدة كذلك على تحويل صخور السربنتين Serpentinization في القشرة الأرضية خاصة عندما ترتفع درجة حرارتها إلى (٥٠٠°م) . كما تندفع المياه العظيمة السخونة من أسفل إلى أعلى بعد أن تتسرب من أعالى ثنيات التيارات الباطنية الصاعدة . (شكل ٤٦ هـ) .

أما الباحث منيارد Menard فقد أوضح عام ١٩٥٨ (١) أن أختلاف أشكال الحواجز المحيطية ربما يرجع إلى تنوعها من حيث الزمن أو الأزمنة الجيولوجية التى تكونت خلالها . فالحواجز ذات الإنحدار التدريجى مثلا قد ترمز إلى حواجز محيطية فى مرحلة الشباب بينما تلك ذات الإنحدار الشديد تدل على أنها حواجز محيطية فى مرحلة الطفولة :

ومن دراسة الخصائص المورفولوجية العامة لحاجز المحيط الأطلسى دلت النتائج على أن نظرية التيارات الباطنية الصاعدة قد تكون أنسب النظريات جميعاً فى تفسير نشأة الحواجز المحيطية . وقد أجريت الأبحاث الجيولوجية والسيسمولوجية فى هذا الحاجز . وخاصة فى الجزء الذى يقع فيما بين دائرتى عرض ١٧° — ٥٤° شمالا وأتضح أن عرض الحاجز فى هذا الجزء يتراوح من ٨٠٠ إلى ١٤٠٠ كيلو متر . وتبدو جوانب الحاجز على شكل ثلاثة مدرجات كبرى رئيسية هذا وإن أعالى الحاجز أكثر تضرساً من الجزء الأوسط أو الجزء الأسفل وقد يعزى ذلك إلى أثر فعل الشقوق والفوالق العظمى التى تشكل الجزء الأعلى من الحاجز ويجدر أن نشير إلى نقطة أخرى ، وهى أن السطح العلوى لحاجز المحيط الأطلسى لا يبدو مستويا تماماً ، بل يتوسطه أخدود رأسى يبلغ متوسط عمقه نحو ٣ كم ومتوسط عرضه ٣٥كم . وقد دلت الدراسات الجيولوجية كذلك على أن هذا الحاجز يتعرض لحدوث بعض الحركات التكتونية ، وقد أستنتج هيزن Heezen عام ١٩٥٩(٢) ، وهانسن Hanson عام ١٩٦٠

1- Menard, H. W., (Geology of the Pacific sea floor), Experientia (1958)., 205 - 213.

2- Heezen, B. C., (The Floor of the Ocean), Geol. Soc. Amer1959

أن نشأة حاجز المحيط الأطلسى قد ترجع إلى بداية الزمن الجيولوجى الثالث .

يتضح من هذا العرض بأنه على الرغم من عظم إمتداد الظواهر التضاريسية الكبرى فوق قاع المحيطات العميقة وصورتها البارزة بالنسبة لما جاورها من ظواهر أخرى ، ومعرفة خصائها المورفولوجية والجيولوجية العامة ، إلا أن نشأتها ما زالت صعبة التفسير وما زلنا فى أشد الحاجة إلى جهود الباحثين للكشف عن خبايا قاع المحيط العميق وتفسير نشأة ظواهره التضاريسية الكبرى.

الفصل الخامس عشر

مورفولوجية القاع الضحل للبحار والمحيطات

يقصد بالقاع الضحل للبحار والمحيطات هى تلك المنطقة التى تقع فيمابين الخوانق المحيطية العميقة (بداية القاع العميق) وخط الساحل : ويبلغ متوسط عمق قاع البحار والمحيطات فى هذه المنطقة نحو ٨٠٠ قامة إلا أنه قد يزيد عن ذلك فى بعض المواقع حيث يبلغ نحو ١٥٠٠ قامة ، وقد دلت الدراسات الأقيانوغرافية على تشكيل قاع البحر فى هذه المنطقة بثلاث مجموعات من الظواهر التضاريسية الكبرى تشمل : —

١ — الرفرف القارى Continental Shelf

٢ — المنحدر القارى Continental Slope

٣ — المرتفع القارى Continental Rise

والحديث التالى يختص بدراسة مورفولوجية هذه الظواهر وتوزيعها الجغرافى فوق قاع البحار والمحيطات والعوامل التى أدت إلى نشأتها وتكوينها.

(أولا) الرفرف القارى

Continental Shelf.

لاحظ الباحثون أن التركيب الجيولوجى للمنطقة الحدية أو الهامشية لقاع البحر ، تنتمى إلى صخور القارات أكثر من إنتمائها لقاع البحر نفسه : وقد

يعزى ذلك إلى تذبذب مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة وإنغمار أجزاء كبيرة من الأرض تحت سطح البحر خلال فترات إرتفاع منسوبه . وعلى ذلك اعتبر الباحثون أن هذه المنطقة الهامشية الضحلة جزءاً من القارات وسميت باسم (الرفرف القارى Continental Shelf) . وقد أعتبر كل من بنكر Bencker (١) «١٩٤٢» وسفردرب H. U. Sverdrup et. al. (٢) عام ١٩٦٢ وهولمز (A. Holmes) (٣) أن هذه المنطقة عبارة عن سهل محيطى يختلف إتساعه من موقع إلى آخر تبعاً لأختلاف نشأة السواحل التى تمتد أمامها ، ولا يزيد عمقه عن ١٠٠ قامة .

أما الأستاذ الجيولوجى شبرد Shepard (٤) فقد رجح عام (١٩٦٣) أن متوسط عرض الرفارف القارية (البعد من خط الساحل حتى إلتقائها بالمنحدر القارى) يبلغ نحو ٤٢ ميلا ، وأن متوسط درجة إنحدارها نحو ٧° (١٠ قدم/ ميل) . أما عن أعماقها فيختلف من رفرف إلى آخر ، إلا أن المتوسط العام لهذا العمق يتراوح بين ٦٠ — ٨٠ قامة (١١٠ — ١٤٦ متر) . وتختلف طبيعة المواد التى تترسب فوق الرفارف القارية تبعاً لاختلاف نشأتها والظروف التى أدت إلى تشكيلها ، ونوع الرواسب المتجمعة فوقها وأختلاف مصدر هذه الرواسب .

ومن نتائج دراسات ديفان A. Defant, 1961 (٥) تبين أن متوسط عرض الرفارف القارية يتراوح من ٦ — ٢٤٠ كم وذلك تبعاً لطبيعة الإنحدار الذى يختلف من رفرف إلى آخر وفقا للعوامل التى أدت إلى تكوين الرفارف القارية . وأوضح أن عمق الرفارف القارية لا يزيد عادة عن ١٠٠ قامة (٦) .

1- Bencker, H., (Maritime geographical Terminology), The Hydrographic Review, vol. 19 (1942), 60 - 74
2- Sverdrup, H U. et al, (The Oceans...), N.Y., 1962.
3- Holmes, A., (Physical Geology), London, 1959.
4- Shepard, F. P., (Submarine Geology), N. Y., 2 et edit. 1963.
5- Defant, A., (Physical Oceanography), London, (1961).
٦ — القامة = ٢ ياردة = ٦ قدم = ١,٨ متر .

ومن دراسته للتوزيع الجغرافي للرفارف القارية في البحار والمحيطات تبين أن جملة مساحتها ٢٧.٥ مليون كيلومتر مربع أي نحو ٥٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض ونحو ٧.٦٪ من مساحة المسطحات المائية وحدها.

يتضح من هذا العرض أن الرفارف القارية عبارة عن المناطق الهامشية من سطح اليابس إلا أنها مغطاة بمياه البحار والمحيطات ، وتتميز هذه المناطق باستواء اسطحها ، وضحولة أعماقها (١٠٠ قامة) ، ويتجه انحدارها العام من خط الساحل صوب البحر العميق ، إلى أن تتصل أطرافها النهائية بأعالى المنحدر القارى Continental Slope . وقد تبدو منطقة الإتصال هذه ؛ واضحة مميزة (تبعاً لأختلاف درجة إنحدار سطح الرفارف القارية التدريجي البسيط ، ودرجة انحدار المنحدر القارى الشديد) . وعلى ذلك قد تظهر منطقة الإتصال على شكل إنحدارات محدبة Convex Slope أو إنحدارات شديدة التحدب Convex break of slope

وتمثل الرفارف القارية من الناحية الأقتصادية أهم أجزاء البحار والمحيطات بالنسبة للإستغلال البشرى . فقد أستغل سكان السواحل منذ بداية فجر التاريخ مناطق مياه الرفارف القارية قبل أن تجوب سفنهم عباب البحار . وتتميز هذه المناطق كذلك بغناها بالثروة السمكية وقد تحتوى الصخور التى تقع أسفل قاعها على خزانات هائلة للبترول كما هو الحال فى أرضية الرفارف القارية بالخليج العربى ، وخليج ماراكيبو . وقد أكدت الأبحاث الجيولوجية وجود خزانات بترولية عظمى أسفل تكوينات الرفارف القارية على طول ساحل لويزايانا وتكساس والساحل الجنوبى لكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية وقد أكد الباحث بيبر Pepper عام ١٩٥٨ وجود مثل هذه الخزانات البترولية بصخور الرفارف القارية أمام مصب نهر الأمزون ، وعلى طول ساحل شيلى . وقد رجح بيبر كذلك إمكانية استغلال خام الكبريت الذى يوجد فى بعض الأحيان على شكل قلنسوات تغطى أعالى القباب الملحية فوق أرضية الرفارف القارية ويجرى الآن استغلال خام الكبريت فعلا على طول الرفارف القارية لدلتا المسيسبى . ويعدن خام الحديد كذلك

من بعض أجزاء من الرفارف القارية لنيوفوند لاند وخام الفوسفات من أرضية الرفرف القارى لساحل باجا Baja بكاليفورنيا . كما يستغل خام المونازيت وبعض المعادن الثقيلة من أرضية الرفارف القارية لبعض سواحل العالم . ولعظم أهمية منطقة الرفارف القارية من الناحية الأقتصادية بل والسياسية ، عنيت معظم الدول بالمحافظة على نصيبها من الرفارف القارية التى تتبع أراضيها ، وفى عام ١٩٤٦ أصدرت الولايات المتحدة الأمريكية قانوناً تمتلك بواسطته الرفارف القارية التابعة لأراضيها ، ونظمت لها مصلحة خاصة تشرف على حمايتها وتنظم طرق إستغلالها . وعلى ذلك يجدر بنا أن ندرس مورفولوجية الرفارف القارية بشئ من التفصيل نسبياً حتى يتضح لنا مدى الإمكانيات الإقتصادية الممثلة فيها .

التوزيع الجغرافى للرفارف القارية

تكاد تتمثل الرفارف القارية أمام كل أجزاء سواحل قارات العالم المختلفة (شكل ٧٧) وعلى ذلك تتنوع من حيث أشكالها وامتدادها ومظهرها العام من رفرف إلى آخر . وقبل الحديث عن نشأة الرفارف القارية يحسن أن نشير إلى الخصائص الجيومورفولوجية العامة لبعض هذه الرفارف .

(١) الرفارف القارية فى بحر الشمال وبحر البلطيق

يعتبر بحر الشمال حوضاً ضحلا بحيث تمثل معظم أجزائه رفارفاً قارية . وتتميز الرفارف القارية حول الجزر البريطانية بضحولتها ، ويبلغ متوسط عرضها نحو ٣٠٠ ميل (من خط الساحل إلى أعالى المنحدر القارى) ، ويحد الحافات الهامشية للرفرف القارى هنا خط عمق ١٠٠ قامة . وتتألف صخور الرفارف القارية للسواحل الجنوبية بانجلترا من صخور صلبة قاعدية ، يترسب فوقها كميات هائلة من الرواسب القارية التى جلبتها الأنهار وأرسبتها على شكل طبقات متعاقبة فوق بعضها . وتبعاً للثقل الواقع فوق هذه الرواسب ، تميزت

بشدة تماسكها ، وإنضغاطها . وقد درس روبنسون Robinson, 1952 (١) مورفولوجية الرفارف القارية على طول السواحل الجنوبية للجزر البريطانية ، وأوضح أنها مقطعة بواسطة العديد من الأودية العميقة (يتراوح عمقهامن ١٥ — ٢٠قامة) ويمتد معظمها من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى . وقد استنتج روبنسون من دراسته للشكل العام لهذه الظاهرة بأنها تشبه إلى حدكبير ظاهرة الخلجان البحرية المعروفة باسم « رياسRias» والتى تشكل الساحل الجنوبى الغربى لأيرلندا . وقد أكد روبنسون كذلك أن هذا الجزء من الرفارف القارية قد مر بدورة تحاتية عظمى عملت على تشكيل مظهره العام . ففى بداية تكوينه تعرض لعملية الرفع الأرموركية فى أواخر الزمن الجيولوجى الأول ، ثم تشكل بعد ذلك بواسطة عوامل التعرية المختلفة خاصة فى الزمنين الثانى والثالث .

وتتشكل الرفارف القارية على طول السواحل الغربية لكل من أيرلند وأسكتلند بظاهرات جيومورفولوجية ناتجة عن فعل التعرية الجليدية ، وتتمثل خاصة فى الخلجان العميقة والأودية الجليدية الغاطسة (المنغمرة) والمعروفة باسم Clefts or troughs

ويتميز بحر الشمال The North Sea من ناحية أخرى بعظم ضحولته وأن تلك المسطحات المائية التى يزيد عمقها عن ٥٠ قامة تعد محدودة جداً . ولكن هناك بعض الحفر الصغيرة العظيمة العمق deep holes تتناثر فوق أرضية المحيط . وقد دلت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة على أن هناك اختلافاً واضحاً بين النصفين الشمالى والجنوبى لهذا البحر . فيعد النصف الشمالى قليل العمق ، ويمكن إعتباره رفرفاً قارياً ، أما النصف الجنوبى فهو أقل عمقاًبكثير من النصف الشمالى ولذا قد يعتبره بعض الكتاب إمتداداً فعلياً للقارات غمرته المياه .

1- Robinson, A. H. W., (The Floor of The British Seas), Scot. Geog. Mag. vol. 68 (1952), 64 - 79.

ويحد الجزء الشمالي من هذا البحر الضحل دائرة عرض حوض فورتيز Forties جنوب اسكتلند ، ويتراوح عمق البحر هنا من ٤٠ — ٥٠ قامة. وعلى الرغم من ضحالة بحر الشمال فى هذا الجزء إلا أن حوافه تتميز بتقطعها ببعض الخوانق العميقة ، ومنها الأخدود النرويجى Norwegian Trench الذى يمتد مجاوراً للسواحل الجنوبية للنرويج ويبلغ طوله ٥٥٠ ميل ومتوسط عمقه ٤٢٣ قامة ، وقد أوضح الأستاذ هولشتد Holtedehl أن الخانق النرويجى نتج بفعل حركات تكتونية ميوسينية كان لها بعض الأثر فى تشكيل شبه جزيرة اسكنديناوه نفسها كذلك .

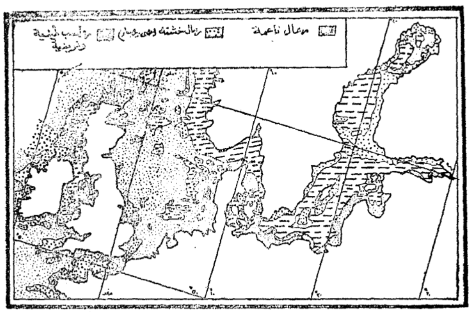
أما النصف الجنوبى من بحر الشمال فهو ضحل قليل العمق جداً ولا يزيد عمق معظم أجزائه عن ٢٠ قامة . وقد أكدت الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أن هذا الجزء من بحر الشمال كان معبراً أرضياً حتى أوائل عصر البلايوستوسين ، ثم عمل ذوبان الجليد واختلاف منسوب سطح البحر على تشكيل مظهره الجيومورفولوجي العام . وأوضحت كينج C. M. A. King(١) بأن الأودية البحرية التى تشكل قاع هذا البحر تأثرت بنفس المراحل الجليدية التى مر بها كل من وادى التيمز Thames ووادى الرين Rhine خلال أوائل عصر البلايوستوسين . وقد ذكرت كذلك بأن أرض هذا البحر كانت معبراً أرضياً حتى عام ٨٠٠٠ق . م .

ومن نتائج دراسات الأستاذ براتج Pratje عام ١٩٤٩ (٢) تبين أن معظم أجزاء قاع بحر الشمال مغطاة بالرمال والحصى ، ونادراً ما تتجمع فوقها كميات إرسابية كبيرة من الصلصال أو الغرين (شكل ٤٧) أما الرواسب البحرية أمام الساحل الهولندى فقد درسها كل من شتراتين وكينين عام ١٩٥٧ Straaten and Kuenen ، وتبين أن مصدرها يعزى إلى الرواسب القارية التى تصبها أنهار الساحل الشرقى لإنجلترا (التيمز والهمبر ..) ، ثم تدفعها التيارات المائية شرقاً إلى أن تتجمع أمام سواحل هولنده ، هذا إلى جانب

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London 1962

2- Pratje, ., (Die Bodenbedeckung der nordeuropaischen Meere.) Handbuch der Seefischerei Norduropas, v. l. p. t. (1949), 3 - 23

الرواسب القارية التي يصبها نهر الراين ، أمام الساحل كذلك . وقد اوضح كينين أن الرواسب تصبح أقل خشونة أمام رؤوس الخلجان البحرية .



(٤٧ شكل) أنواع الرواسب فوق أرضية البحر البلطى وبحر الشمال .

ويتميز بحر البلطيق ، بضحولته كذلك ، ويتشكل قاعه بمجموعات من الحفر الدائرية الصغيرة التي يبلغ متوسط عمق كل منها نحو ١٠ قامة ، وينتشر فوق أرضيته بعض التلال الإرسابية والأودية العميقة . وقد تبين من الدراسات التي قام بها كل من جريبنبرج Gripenberg عام ١٩٣٤ (١) وجروبا Groba عام ١٩٥٣ وسجرشترال Segerstrâl عام ١٩٥٧ ، بأن هناك تناسقاً واضحا في عملية الإرساب نفسها فوق قاع هذا المحيط ، حيث تظهر الرواسب الحصوية والرملية بالقرب من خط الساحل ثم يقل حجم الرواسب بالتدريج وتصبح أقل خشونة كلما اتجهنا صوب قاع البحر العميق (شكل ٤٧) .

ومن نتائج الدراسات الباليونتولوجية التي قام بها جريبنبرج كذلك تبين

1- Gripenberg, S., ("Sediments of the North Baltic...) Havforskninstitutes, Skrift, no 96, Helsingfors, Fennia 60, no 3, 1934.

أن زمن نشأة الرواسب الصلصالية فوق قاع بحر البلطة، يرجع إلى بداية فترة البلايوستوسين والعصر الحديث :

(٢) الرفارف القارية لأمريكا الشمالية

على أعتبار أن عمق الرفارف القارية يبلغ نحو ١٠٠ قامة ، فإن هذه الرفارف تمتد حول قارة أمريكا الشمالية وتشغل مساحة واسعة تبلغ نسبتها إلى جملة مساحة القارة الحالية نحو ٢٧٫٨٪ ويمكن أن نلخص الخصائص المورفولوجية العامة لهذه الرفارف فى النقاط التالية : —

ا — عظم اتساع الرفارف القارية الشمالية التى تطل على المحيط القطبى الشمالى ، وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن يابس هذه القارة كان أعظم إتساعاً فى الشمال مما هو عليه اليوم . ثم تعرض لعمليات الغمر حيث غطت مياه البحار أجزاء واسعة من اليابس تتمثل فى الرفارف القارية الحالية . وتتمثل هذه الحالة فى قاع خليج هدسن ، ومضيق بهرنج والمسطحات المائية التى تحيط بمجموعة الجزر الواقعة إلى الشمال من خليج هدسن فى المحيط المتجمد الشمالى . وتتميز أرضية الرفارف القارية فى كل هذه المناطق بتشكيلها بفعل الرواسب الجليدية البلايوستوسينية :

ب — يضيق الرفرف القارى أمام الساحل الصدعى للبرادور ، حيث تقترب حواف الهضبة الصدعية بجوار الساحل ولا يزيد إتساع الرفرف القارى هنا عن ٨٠ ميل ويتميز بشدة إنحداره نسبياً . وقد تقطع هذا الرفرف بواسطة البالوعات والإحواض العميقة (يتراوح عمقها من ١٠٠ — ٣٠٠ قامة) :

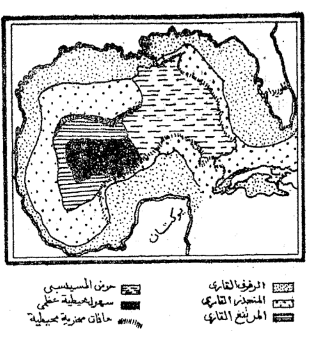
ج — تتسع الرفارف القارية على طول السواحل الشمالية الشرقية لأمريكا

الشمالية فى منطقة الجراند بانك الهابطة ويبلغ متوسط عرضها هنا نحو ٢٠٠ ميل ، ولا يزيد عمقها عن ٢٥ قامة . ويقطع منطقة الجراندبانك بعض الأودية العميقة ومنها ذلك المعروف باسم Cabot Strait Trough الذى يمتد فيما بين جنوب جزيرة نيوفوند لاند وخانق سانت لورنس المحيطى St. Lawrence Trough

أما حول شبه جزيرة نوفاسكوتشيا فيتميز الرفرف القارى هنا بضحولته (على الرغم من تقطعه ببعض الحفر البحرية العميقة) ، وقد أرتفعت بعض أجزاء من قاعه السهلى الضحل فوق سطح الماء ، وأصبحت على شكل جزيرة تعرف باسم جزيرةسابل Sable Island. وعلى الرغم من أن مضيق كابوت Cabot Strait عمل على فصل الجراند بانك عن رفرف نوفا سكوتشيا إلا أن كلا منهما يعد مكملا للآخر لتشابههما من حيث الظروف الجيولوجية وطبيعة الرواسب المتجمعة فوقهما . وقد درس الأستاذ شبرد رواسب الرفرف القارى فى منطقة جورج بانك Georges Bank ، وتبين أن هذه الرواسب تتألف أساساً من الرمال ويختلط معها نسبة محدودة من الحصى والحصباء ، كما أوضحت دراسته كذلك إنتشار رواسب الطفل الجليدى فوق أجزاء من أرضية هذا الرفرف القارى .

٤ — تضيق الرفارف القارية أمام بقية الساحل الشرقى للقارة ، حيث يبلغ متوسط عرضها (إلى الجنوب من ساحل كارولينا الشمالية) نحو ٧٠ ميلا ، ويحد أطرافها الهامشية خط عمق ٦٠ قامة . ويضيق الرفرف القارى كلما اتجه جنوباً إلى أن يتلاشى أمام سواحل بالم بيتش Palm Beach فى شرق شبه جزيرة فلوريدا . (شكل ٤٨)

وقد تقطع الرفرف القارى أمام خليج شيسبيك ببعض الأحواض البحرية والتلال المتوسطة الإرتفاع : وتتألف الفرشات الإرسابية هنا والتى تشكل أرضية الرفرف القارى من الرمال والحصى ، وتقل الرواسب خشونة كلما



(شكل ٤٨) مورفولوجية قاع خليج المكسيك

بعدنا عن خط الساحل : وإلى الجنوب من هذه المنطقة السابقة يتأثر الرفرف القارى بفعل تيار الخليج الدفئ حيث عمل الأخير على تشكيل عملية تراكم الرواسب وتنسيق توزيعها فوق أرضية الرفرف القارى : وإلى الجنوب من ميامى يمتد حاجز مرجانى ضيق يقع إلى الشرق من فلوريدا كاى **Florida keys** كما ساعد تيار الخليج على نمو بعض الحواجز المرجانية الصغيرة فى هذا الموقع الأخير ؛

٥ — يضيق الرفرف القارى فى غرب القارة ، ولا يتجاوز إتساعه هنا أكثر من ١٠ ميل ، وذلك تبعاً لأقتراب السلاسل الجبلية العالية بجوار خط الساحل من جهة ، ولأمتداد الخوانق الطولية المحيطية العميقة بجوار خط الساحل من جهة أخرى ؛

٦ — وتبعاً لإمتداد الخزانات البترولية العظمى أسفل صخور قاع الرفرف القارى للساحل الجنوبى لأمريكا الشمالية المطل على خليج المكسيك ،

فإن الدراسات الجيولوجية والجيوديسية والسيسمولوجية التى أجريت لهذا الرفرف تعد أكثر تفصيلا من تلك التى أجريت لأى رفرف قارى آخر وقامت بدراسته عدة هيئات علمية مختلفة أهمها ، معامل الأبحاث العلمية لشركة تكساس واويزايانا للبترول والمعهد الأمريكى للدراسات البترولية ، ومصلحة المساحة الجيولوجية والأمريكية ، ودراسات الأستاذ شبرد F. Shepard (١) ، وقد رسم لخليج المكسيك خرائط موروفولوجية تفصيلية توضح تنوع الظواهر التضاريسية التى تشكل قاعه (شكل ٤٨) .

وقد عملت دلتا المسيسبى الهابطة على تقطيع أرضية الرفرف القارى من جهة ، وتشكيله بالتلال والأحواض الطولية والحافات الصخرية من جهة أخرى وتتنوع الرواسب فوق الخليج من جزء إلى آخر ، فعلى طول سواحل تكساس وأمام دلتا المسيسبى تنتشر الرواسب الغرينية ، أما أمام ساحل جلافستون Glaveston فيختلط بالرواسب الرملية الصلصالية كميات كبيرة من الأصداف البحرية التى تشكل طبيعة التركيب العام للرواسب .

(٣) الرفارف القارية للساحل الشرقى الأسيوى

درس علماء الأتحاد السوفيتى أقيانوغرافية بحر أوكخستك Okhotsk دراسة تفصيلية . وقد أكد بزركوف Bezrukov عام ١٩٦٠(٢) ، أن القسم الشمالى من هذا البحر قد تعرض لفعل الجليد البلايوستوسينى ، بينما تشكل قاع القسم الأوسط والجنوبى منه بالرواسب القارية النهرية . ومن دراسة خطوط الأعماق المتساوية لبحر أوكخستك تبين أن المثلث الشمالى يعد أعمق أجزاء هذا البحر ، وتزيد درجة إنحدار قاعه تدريجياً فى الأتجاه الجنوبى الشرقى .

1- (a) Shepard, F. P,, (Submarine geology,) N. Y., (1963).
(b) Shepard, F,P.(The earth beneath the Sea), Baltimore,(1959)
2- Bezrukov, P. L, (Bottom Sediments of Okhotsk Sea) Repts, Inst. Oceeanology, U. S. S. R. vol, 32 (1960), 1?-95,

ومن المناطق العميقة فى هذا البحر كذلك ، المسطحات المائية التى تمتد بجوار الحاجز البحرى الذى يقع فوق قوس جزر كوريل البركانى . أما مياه خليج سخالين Sakhalin ومياه خليج ترتارى Tartary (الذى ينحصر بين الساحل الأسيوى الذى تشرف عليه جبال سخوتا إلن من الغرب ، والساحل الغربى لجزيرة سخالين ، من الشرق) ، فتتميز بكونها ضحلة نسبياً ، إذا ما قورنت بمياه بحر اليابان . ويقل عمق المياه أمام مصب نهر أمور Amur ، عن ٢٠ قامة ، حيث عملت الرواسب النهرية القارية فى هذا الموقع الأخير على تسوية تضاريس السطح ، وذلك بملأ المقعرات وتغطية المحدبات .

وأوضح بزركوف أن خليج ترتارى ما هو إلا رفرفاً قارياً شكلته الرواسب الفيضية لنهر آمور . ويبلغ عرض الرفرف القارى أمام ساحل فلاديفستك Vladivostok نحو ٣٠ ميلا ، وتتغطى أرضيته بفرشات متناثرة من الرمال والصلصال والصخور المفتتة . وفيما بين ساحل فلاديفستك شمالا ، ومضيق توسوشيما Tsushima جنوباً ، يمتد رفرف قارى يضيق كلما اتجهنا صوب الجنوب ، وتنتشر فوق أرضيته فرشات إرسابية من الرمال .

أما عن الرواسب التى تتمثل فوق أرضية الرفرف القارى لبحر اليابان ، فقد درست فى كتابات الأستاذ شبرد F. Shepard عام ١٩٤٩ (١) ، بالإضافة إلى المجهودات التى بذلها الجيولوجيون اليابانيون ، وإنشائهم الخرائط التفصيلية التى توضح التوزيع الجغرافى للرواسب فوق أرضية بحر اليابان . ويتألف التركيب العام للرواسب هنا من الرمال المختلطة بالطين ، وتزداد نسبة الطين بالرمال فى المياه الخليجية والمياه البحرية التى تفصل بين جزر اليابان ، كما هو الحال فوق أرضية مضيق توسجارو Tsugaru الذى يفصل بين جزيرة هوكيدو ، وجزيرة هنشو . إلا أن الحفر العميقة قد تشكل بعض أجزاء من أرضية الرفارف القارية حيث يتمثل فوق قاع مضيق بونجو Bungo (الذى يفصل بين جزيرتى كيوشو Kyushu ، وشيكوكو Shikoku) حفر عميقة

1- Shepard, F, P., (Distribution of sediments on East Asiatic Continental Shelf). Allan Hancock Foundation Publ. No 9, (1949), 1 - 65.

يبلغ متوسط عمقها نحو ٢١٥ قامة . وقد أكد شبرد (١٩٦٣) (١) بأن هذه الحفر الأخيرة تعزى نشأتها إلى أثر فعل تيارات المد القوية . وإذا كان هذا الرأى صحيحاً ، فتعد حفر مضمن بونده أعمق حفر بقاع المحيط تكونت بفعل تيارات المد :

وعلى طول ساحل الصين شعبية ، تتمثل أعظم مناطق الرفارف القارية إتساعاً فوق سطح الكرة الأرضية . وقد ساهمت الأقواس الجزرية التى تقع أمام الرفرف القارى على حماية صخوره من فعل التيارات البحرية ، كما تقلل من سرعة الأمواج عند دخولها بحر الصين ، والبحر الأصفر . وفى نفس الوقت عملت كميات الرواسب العظمى والتى تلقيها أنهار يانجتس كيانج Yangtze Kiang وهوانجهو Hwang Ho ، وسى كيانج Si Kiang على سرعة بناء الرفرف القارى وتشكيله دائماً برواسب جديدة خلال فترات الفيضانات .

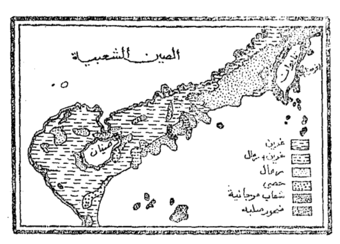
وتختلف طبيعة التوزيع الجغرافى للرواسب فوق أرضية الرفرف القارى الصينى إذا ما قورن بتوزيع الرواسب على معظم الرفارف القارية الأخرى فقد تبين أن حجم الرواسب الشاطئية هنا لا يقل كلما اتجهنا صوب البحر ، بل كثيراً ما تغطى الرفارف القارية المجاورة للساحل مباشرة بفرشات إرسابية عظيمة السمك ، تتألف غالبا من الطين والغرين النهرى . ويمكن القول أن أكثر من ٧٠٪ من أرضية البحر الأصفر ، ونحو ٩٠٪ من قاع المسطحات المائية التى تمتد إلى الشمال منه (ممثلة فى خليج كوريا ، وخليج لياتونج) تغطى بالطين والغرين (شكل ٤٩ ، وشكل ٥٠) . وإن دلت هذه



(شكل ٤٩) تنوع الرواسب فوق الرفرف القارى البحر الاصفر

1- Shepard, F. P., (Submarine geology), N. Y., (1963).

الرواسب الطينية على شئ فإنما تدل على أنها أرسبت حديثاً ، ولم يمض الوقت الكافى لكى تنقل إلى داخل المحيط . أو أنه تبعاً لعظم كثافة الفرشات الطينية ترسبت المواد الطينية بسرعة فوق قاع البحر ، ونظراً لضعف التيارات والأمواج فلم تستطع الأخيرة أن تنقلها إلى الأعماق البعيدة .



(شكل ٥٠) تنوع الرواسب فوق أرضية الرفرف القارى الساحل الشرقى الصين

وتنتشر الرواسب الطينية كذلك أمام مصب نهر « سى كيانج » ونهر ريد Red ، وفوق أرضية المسطحات المائية حول جزيرة هينان Hainan : بينما تنتشر الرواسب الرملية على طول الرفرف القارى الصينى فيما بين شنغهاى شمالا ، وسواتو Swatow جنوباً . ويلاحظ أن هذه الرواسب الرملية الأخيرة تنفصل عن خط الساحل بشريط ضيق من الرواسب الطينية . وقد ساهم تيار كورسيفو الدفئ على تكوين المستعمرات المرجانية فى بحر الصين الجنوبى ، خاصة حول جزر بارسال Paracel وجزر براتاس **Pratas** (شكل ٥٠) .

٤ ـ أمثلة البعض جزاء من الرفارف القارية لسواحل البحر الابيض المتوسط

بذل العلماء الألمان مجهودات كبيرة لتحديد الخصائص العامة للجيومورفولوجية "رفارف القارية فى حوض البحر الأبيض المتوسط وقد عملت شركات البترول الفرنسية حتى عام ١٩٥٢ على مسح الرفرف القارى لساحل الجزائر وساحل مراكش ، وإيضاح الخصائص الجيومورفولوجية المميزة لهما ، والتركيب الصخرى لصخورهما . ويتألف الرفرف القارى لساحل مراكش من رفرف صخرى ضيق ، بينما يعد الرفرف القارى لساحل الجزائر أكثر إتساعا نسبياً ، وتغطيه فرشات إرسابية سميكة من الصلصال أما الساحل أمام وهران فيتألف قاعه من رفرف قارى مغطى بالرواسب الرملية الخشنة .

وتتغطى أرضية خليج تونس بفرشات واسعة الامتداد من الصلصال والطين والرمال . وقد أوضحت بعثة كاليبسو Calypso الأقيانوغرافية عام ١٩٥٤ أن أرضية مضيق صقلية الضحل الذى لا يزيد عمقه عن ٢٠٠ قامة مغطاة بالرمال الجيرية المختلط بها كميات كبيرة من الأصداف البحرية والبرايوزوا والفورامنيفرا .

أما الرفرف القارى الذى يمتد من بنغازى غرباً إلى الأسكندرية شرقاً ، فيتألف من رفرف قارى صخرى ضيق ، يتراوح عرضه من ٢ — ١٠ ميلا وتغطيه بعض المفتتات الصخرية التى تتركب من الصخور المحلية المجاورة لخط الساحل والتى تعمل الأمواج على تفتيتها . ويتسع الرفرف القارى أمام قاعدة الدلتا ، وهنا يبلغ عرضه أكثر من ٣٠ ميلا ، وتتغطى أرضية الرفرف القارى بالرواسب الغرينية والطينية . ويقل إتساع الرفرف القارى كلما إتجهنا شرقاً حتى ساحل قطاع غزة .

وقد درس روسنان Rosenan عام ١٩٣٧ ، وإمبرى Emery عام ١٩٦٠ ، مورفولوجية

الرفرف القارى أمام ساحل فلسطين المحتلة : وتتميز مقدمة الساحل هنا بإنحدارها الواضح ، ويبلغ عمقها نحو ١٠ قامة . ويبدو الرفرف القارى على طول ساحل فلسطين المحتلة على شكل مدرجات سلمية مغطاة بالرواسب الغرينية والطينية . وقد أكد روسنان أن هذه الرواسب الإخيرة ، قد حملتها التيارات البحرية السفلية من أمام دلتا النيل وأرسبتها على طول ساحل فلسطين المحتلة . وتختلف عمق مقدمة الرفرف القارى من جزء إلى آخر على طول الساحل الفلسطينى ، ويمكن القول بأن مقدمة الرفرف القارى على طول الساحل الشمالى لفلسطين يتراوح عمقها من ٤٠ — ٦٥ قامة .

ويتميز الرفرف القارى أمام الساحل اللبنانى بكونه ضيقاً وصخرياً فى معظم المواقع : ومع ذلك فتغطيه بعض الفرشات الارسابية الطينية ، والتى يعزى مصدرها إلى الرواسب الغرينية التى نقلتها التيارات السفلية من أمام دلتا النيل من جهة وإلى كميات الرواسب الغرينية الرملية التى تصبها أنهار الليطانى ، والكلب ، والبارد ، والدامور وابراهيم وأبوعا ، والحوز خلال موسم فيضانها من جهة أخرى .

وتعتبر الرفارف القارية للساحل الشمالى للبحر الأبيض المتوسط ضيقة عامة ، فيما عدا الرفرف القارى الأدرياتى ، حيث يبلغ إتساعه نحو ٣٠٠ميل وتنتهى مقدمته عند خط عمق ١٠٠ قامة ، وتتألف صخور الرفرف القارى هنا من صخور صلبة تعرضت لعمليات التصدع فى بعض الأجزاء ، ويعظم إتساعها أمام مصب نهر البو . ولاحظ بوركارت **Bourcart, 1954** (١) أربعة نطاقات مختلفة من الرواسب تشكل أرضية الرفرف القارى لساحل الريفيرا الايطالى وتشمل هذه النطاقات من خط الساحل إلى الأعماق البعيدة ما يلى : —

1- (a) Bourcart, J., (**Le Fond** dos **Océans**), Presses Université de France, Paris (1954).

(b) Bourcart, J., (**Les vases** de la Méditerranée et leur mécanisme de dépôt,) **Deep-Sea** Research, vol., 1 (1954);126-130

ا — رواسب قارية تتألف من الرمال و الحصى ، تقع فيما بين خط الساحل وخط عمق ٥ قامة .

ب — غطاءات بسيدونيا Foseidonia beds (التي تتألف من بعض النباتات والأعشاب البحرية) وتقع فيما بين عمق ٤ — ٢٥ قامة ، وتقل فيها نسبة الرواسب القارية .

ج — رواسب رملية تكثر فيها الأصداف ، وتمتد فيما بين خطى عمق ١٥ ، ٣٠ قامة .

د — رواسب غرينية تغطى معظم أرضية الرفرف القارى أسفل خط عمق ٣٠ قامة .

تصنيف الرفارف القارية

رجح الباحثون عدة تصنيفات مختلفة لتمييز مجموعات الرفارف القارية فى البحار والمحيطات : وكان أساس تقسيم بعض هذه التصنيفات العلاقة بين الرفارف القارية والقارات المجاورة لها ، كأن نقول مثلا ، الرفارف القارية لأفريقية أو الرفارف القارية لأوربا . بينما قسم بعض الجيولوجيين الرفارف القارية تبعاً لعلاقتها بمنسوب سطح البحر المجاور إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — الرفارف القارية المرفوعة Emergence shelves

ب — الرفارف القارية المغمورة Submergence shelves

ولكن من دراسة التوزيع الجغرافى للرفارف القارية فى العالم ، وإيضاح أشكالها المتنوعة . وإختلاف خصائصها المورفولوجية العامة ، تبين أن هذا التقسيم الأخير يعد تقسيما غير جامع : وعلى ذلك رجح شبرد F. Shepard

(عام ١٩٦٣) (١) ، تقسيماً آخر لمجموعات الرفارف القارية تقوم أسسه على ما يلي : —

ا — اختلاف نشأة الرفارف القارية .

ب — المميزات الجيومورفولوجية العامة التي تشكلها .

وعلى هذا الأساس ميزشبرد مجموعات الرفارف القارية الآتية : —

(١) الرفارف القارية الجليدية : Glaciated shelves.

تتميز أرضية الرفارف القارية التي تشكلت بفعل الجليد البلايوستوسيني بأنها غير منتظمة الشكل ، حيث تنتشر فوقها ظاهرات متنوعة ، منها التلال القبابية التي تتألف بدورها من رواسب الطفل الجليدي ، والأودية الجليدية والفيودرات المغمورة أو الغاطسة . وتبين أن المتوسط العام لعمق الرفارف القارية الجليدية يبلغ نحو ١٠٠ قامة .

ويعد رفرف نيوفوند لاند Newfoundland من أحسن أمثلة الرفارف القارية الجليدية . وتتشكل أرضية هذا الرفرف بواسطة مجموعات من الأحواض المغلقة closed depressions ، والتي تعرض معظمها لفعل تراكم الرواسب البحرية والقارية . وقد ساهمت هذه الرواسب الإخيرة على ضحولة عمق هذه الرفارف . وترجح كينج C. M. A. King عام ١٩٦٢ (٢) أن مثل هذه الأحواض الجليدية ترجع نشأتها إلى أثر فعل النحت الجليدي بواسطة الجبال الجليدية الطافية Ice bergs . وقد عملت الأرسابات الجليدية على تشكيل أرضية الرفارف القارية ، وقد نظمت التيارات البحرية توزيع هذه الرواسب وتنسيق مظهرها العام .

وأهم ما يميز الرفارف القارية الجليدية هو طبيعة عملية إرساب المفتتات الصخرية فوقها . فمن المعروف أن النظام الطبيعي لعملية إرساب المفتتات

1- Shepard, F. P., (Submarine geology) N. Y., (1963).
2- King, C. A. M., (Oceanography, for geographers) London, (1962).

فى البحار تتلخص فى إرساب المواد الخشنة التى تتألف من الحصى والحصباء الكبيرة الحجم بجوار خط الساحل ثم تقل حجم الرواسب خشونة كلما بعدنا عن خط الساحل . أما فوق قاع الرفارف الجليدية ، فيلاحظ أن المواد الدقيقة الحجم ترسب بالقرب من خط الشاطئ بينما تنجرف المواد الخشنة الحبيبات إلى جوف البحر بعيداً عن خط الساحل . وعلى ذلك يتميز الحد النهائى للرفارف القارية الجليدية (الذى يتصل بأعالى المنحدر القارى) بخط واضح يتألف من الجلاميد الصخرية الجليدية الكبيرة الحجم .

وتبعاً لتجمع الرواسب الهائلة الحجم فوق أرضية الرفارف القارية الجليدية فيعظم اتساع الأخيرة (تبعاً لضحولتها النسبية) ، ويعد الرفرف القارى لبحر بارنتس Barents Sea نحو ٧٥٠ ميل ، ويختلف عمقه من ١٠٠ — ٢٠٠ قامة

(٢) الرفارف القارية التى تشكلها الحواجز التلالية الرملية والواقعة فى العروض المعتدلة :

أوضح شبرد أن معظم الرفارف القارية التى لم تتشكل بالتعرية الجليدية يتميز قاعها بكونه مستوياً وأملس السطح ، وتبدو انحداراتها على شكل انحدارات مقعرة — محدبة الشكل Convex-concave slopes . وتتمثل منطقة الانحدار المحدبة عند تلاقى نهاية الرفرف القارى بأعالى المنحدر القارى ، وقد أوضح كل من ريكس Rex, 1955 (١) وكارسولا Carsola, 1961 (٢) أن مثل هذه الرفارف القارية تنتشر خاصة فى المسطحات المائية بالعروض المعتدلة الباردة والتى لم تتأثر كثيراً بالتعرية الجليدية . وتتشكل أرضية هذه المجموعة من الرفارف القارية ببعض التلال الطولية الرملية التى تمتد عادة موازية لاتجاه

1- Rex, R. W., (Microrelief produced by sea ice...) Jour. Arctic. Inst. vol. 8. (1955), 177 - 186.

2- Carsola, A. J., (Bathymetry of the Beaufort Sea). in (Geology of the Arctic,) Toronto, (1961)., 678-639.

خط الساحل ويفصل بينها أحواض طولية تتخذ نفس إتجاه الحواجز الرملية المجاورة لها .

٣) رفاوف قارية تشكلت بفعل التيارات البحرية الشديدة :
Shelves associated with strong currents.

لاحظ شبرد أن هناك علاقة قوية بين مورفولوجية الرفارف القارية والتيارات البحرية القوية التي قد تكون مجاورة لها . فعندما يشتد فعل التيارات البحرية على طول منطقة من الرفارف القارية تصبح الأخيرة ضيقة ومحدودة الإتساع . فمن نتائج الدراسات الجيولوجية للرفرف القارى حول شبه جزيرة فلوريدا تبين أنه يتسع على طول الساحل الغربى لشبه الجزيرة (تبعاً لضعف التيارات البحرية) ، بينما يضيق الرفرف القارى على طول الساحل الشرقى لها تبعاً لتأثير تيار الخليج الدفئ . كما تبين أن الساحل الشرقى لشبه جزيرة يوكاتان Yucatan يتعرض لتيارات قوية تعمل على تآكل الرفرف القارى ، وأنكماش أبعاده ، بينما أصبح لشبه الجزيرة رفرف قارى متسعاً على طول ساحلها الغربى تبعاً لضعف أثر فعل التيارات البحرية فى هذا الموقع الأخير

(٤ الرفارف القارية عند مصبات الانهار الكبرى: Large River Shelves

تتميز الرفارف القارية التى تنشأ عند مصبات الأنهار الكبرى بعظم اتساعها ، وضحولة أعماقها . وعلى الرغم من أن نشأة مثل هذه الرفارف تعزى إلى تجمع كميات الرواسب الهائلة التى تصبها الأنهار الكبرى فى البحر المجاور ، إلا أنها لا تظهر كثيراً بجوار الدلتاوات النهرية العظمى. فقد أوضحت الدراسات المختلفة أن الرواسب الدلتاوية وتلك التى تتجمع أمام الدلتا فى البحر المجاور تساهم فى بناء الرفارف القارية ، ولكن فى مرحلة متأخرة من التطور ينجم عن عظم تجمع هذه الرواسب والثقل الشديد الناتج عن تراكمها فوق بعضها أن تتعرض الطبقات الأرسابية لعمليات الهبوط الأرضى التدريجى Subsidence وعلى ذلك يزداد عمق الرفرف القارى أمام الدلتاوات العظمى وتصبح جزء من قاع البحر العميق . وقد تبين كذلك أن الرفارف

الكبرى مثل دلتا المسيسبي ، والنيل ، والأمازون ، وإيراوادى فى هبوط تدريجي بطيء .

وتتمثل أحسن أمثلة هذه المجموعة من الرفارف القارية بأرضية بحر الشمال نفسه الذى يعد رفرفاً قارياً ضحلا ، تأثر بكميات الرواسب العظمى التى تصبها الأنهار المختلفة. وكذلك الرفارف القارية على طول ساحل البحر الأصفر Yellow Sea فى شمال شرق الصين الشعبية ، والرفارف القارية على طول الساحل الغربى لمضيق بهرنج ، وحول سواحل خليج سيام Gulf of Siam وتتميز هذه الرواسب جميعاً بكونها ضحلة جداً وعظيمة الإنساع .

(٥) الرفارف القارية المرجانية : Coral Shelves

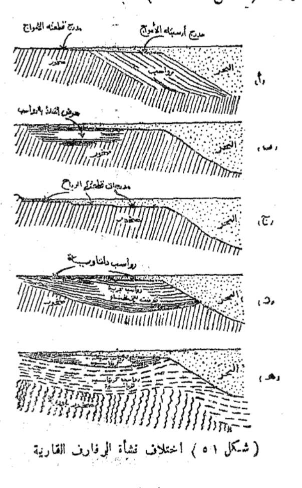
قد تنمو أمام بعض السواحل مستعمرات عظمى من المرجان خاصة فى المياه المدارية الصافية ، العظيمة الملوحة ، بحيث تناسب الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه استمرار نمو العائلات المرجانية أمام خط السواحل . وعلى ذلك تتجمع الشعاب المرجانية وتتخذ ظواهر مختلفة مثل الجزر أو الحواجز السدية والحواجز الحدية . وتتميز أعماق الرفارف القارية المرجانية بضحولتها ولا تزيد عادة عن ٢٠ متراً . أما عرض الرفرف القاوى فقد يمتد من خط الساحل صوب البحر لمسافة تبلغ نحو ١٠ أميال. وتظهر الرفارف القارية المرجانية على طول بعض السواحل المدارية للمحيط الهادى ، وشمال شرق استراليا (الحاجز الأسترالى العظيم) ، وبعض الجزر المرجانية فى المياه المدارية بالمحيط الهادى ، وعلى طول بعض أجزاء من ساحل البحر الأحمر فى جمهورية مصر العربية .

نشأة الرفارف القارية

كان الاعتقاد السائد أن الرفارف القارية هى نتاج أى من فعل تعرية الأمواج wave-cut أو إرسابها wave-build أو كليهما معاً ، ولكن من دراسة التوزيع

الجغرافى للرفارف القارية حديثاً ، تبين أنها تختلف من منطقة لأخرى من عدة أوجه منها الشكل ، والامتداد أو الأبعاد ، والإنحدار ، والنشأة ، والتطور الجيومورفولوجى . وعلى ذلك كان من الطبيعى أن لا ترجع نشأة جميع الرفارف القارية لعامل واحد من العوامل ، بل من الأرجح أن كل مجموعة نجمت تبعاً لظروف مختلفة وتشكلت كذلك بعوامل متنوعة. ويمكن أن نلخص أهم الآراء التى رجحت لتفسير نشأة الرفارف القارية على حواف قارات العالم المختلفة فيما يلى : —

١ — قد تنشأ الرفارف القارية بفعل وتعرية الأمواج والتيارات البحرية فى الصخور اللينة للشاطئ المجاور. وعلى ذلك تتراكم المفتتات الصخرية وقد تكون مدرجات بحرية ، وتتجمع الرواسب فوق بعضها لتكون أرضية الرفرف القارى : (شكل ٥١ — ا) :



(شكل ٥١) اختلاف نشأة الرفارف القارية

ومن أحسن أمثلة هذه المجموعة من الرفارف القارية تلك التى تتمثل أمام ساحل لاجولا La Jolla بكاليفورنيا .

٢ — قد يرجع نشأة بعض الرفارف القارية إلى تجمع الإرسابات القارية التى تقذفها الأنهار أوتذورها الرياح وتتراكم فوق بعضها فى أحواض تملأ بالتدريج بهذه الرواسب ، وتكون بمرور الزمن أرصفة تلتحم مع اليابس المجاور . (شكل ٥١ — ب ، د) .

وقد تمثل الرفارف القارية أجزاء غاطسة من الدلتاوات ، مثل دلتا المسيسبى الغاطسة .

٣ — اختلاف التركيب الصخرى للحواف الهامشية للقارات ، بحيث تبدو الرفارف القارية على شكل مدرجات بحرية غاطسة ملتحمة باليابس المجاور وقد تنشأ مثل هذه المدرجات عندما تتعرض الصخور المختلفة الصلابة لعوامل التعرية المختلفة . (شكل ٥١ — ج) .

٤ — قد تنجم بعض الرفارف القارية بفعل حدوث حركات التصدع على طول المناطق الساحلية ، بحيث تمثل مناطق الرفارف ، الأراضى التى رميت إلى أسفل الصدع .

وقد أكد جونسون ١٩٢٥ (١) أن الرفرف القارى لخليج فندى Bay fo Fundy يعزى إلى أثر حدوث الصدوع إلى جانب تشكلة بالرواسب الجليدية . كما لاحظ كيث Keith عام ١٩٣٠ (٢) أن بعض أجزاء من الرفارف القارية لخليج سنت لورنس ترجع إلى أثر حدوث الحركات الصدعية .

وعلى الرغم من تعرض كل السواحل النرويجية لفعل الجليد البلايوستوسنى

---

1 -- Johnson, D. W., (New England-Acadian Shoreline), N. Y., (1925)

3-- Keith, A., (The Grand Bank Earthquake), Seismol. Soc America. (1930)

إلاأن هولشتدهل Holtedahl(١) عام ١٩٥٩ أوضح بأن بعض أجزاء من الرفارف القارية لهذا الساحل نشأت أساساً بفعل الصدوع . كما أن نشأة بعض أجزاء من الرفارف القارية لسواحل القارة القطبية الجنوبية (أنتارتيكا) أرجعها كل ليزيزن وزيفاجو Lisitzinand zhivago عام ١٩٦٠ إلى أثر الحركات الصدعية .

٥ — قد تمثل بعض الرفارف القارية النتائج الجيومورفولوجية التي نجمت عن عمليات الصراع المستمر بين اليابس والماء تبعاً لتذبذب مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة .

٦ — قد يرجع تكوين بعض الرفارف القارية كذلك إلى فعل تراكم الرواسب الجليدية خاصة تلك التي تراكمت إبان فترة الجليد البلايوستوسيني

وقد أكد بعض الباحثين بأن هناك علاقة كبيرة بين نشأة معظم الرفارف القارية وتذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوستوسين خاصة البحار التي تعرضت لفعل الجليد . وقد نجم عن انخفاض منسوب سطح البحر خلال الفترات الجليدية (كان منسوب سطح البحر منخفض بنحو ٩٠ قامة عن مستواه الحالي) تكوين رفارف قارية عظيمة الامتداد ، ويؤكد ذلك النتائج الآتية : —

١ — إن متوسط عمق الطرف الأمامي أو الحدي للرفارف القارية يبلغ نحو ٧٢ قامة : قد يمثل هذا الحد، مستوى سطح البحر البلايوستوسيني على طول معظم السواحل التي تأثرت بالتعرية الجليدية .

٢ — دلت نتائج أعمال الحفر Bonisgs على أن عمق الأودية والأحواض التي تقطع أرضية الرفارف القارية تتراوح من ٣٣ إلى ٥٠ قامة . معنى

1-- Holtedahl, H., (Sur la geologie et la morphologie des plateaux continentaux glaciaires) Centre, Natl. Recherche Sci., vol 88 (1959), 245 - 263

هذا أن منسوب سطح البحر كان منخفضاً بنحو ٤٠ قامة عن مستواه الحالى .

٣ — إنتشار بعض المدرجات البحرية فوق أرضية الرفارف القارية والتى لايزيد عمقها عن ٨٠ قامة كما هو الحال على طول الساحل الغربى لأمريكا الشمالية. وقدتبين أن هذه المدرجات حديثة العمر الجيولوجى وأن دلت على شئ فإنما تدل على أنها نشأت أصلا بفعل التعرية الهوائية خلال عصر البلايوستوسين ثم غمرت بمياه البحر فى نهاية هذا العصر .

٤ — دلت الدراسات الخاصة الرفارف القارية الجليدية على أن أرضية هذه الرفارف لم تكن مغطاة بمياه البحر أبان بداية عصر البلايوستوسين بل كانت مغطاة بالركامات الجليدية العظمى ثم غمرتها المياه فى نهاية عصر البلايوستوسين . ومعنى هذا إن مستوى سطح البحر كان أكثر إنخفاضاً عما هو عليه اليوم .

يتضح من هذا العرض أنه من الصعب تحديد عامل معين من العوامل (التعرية الهوائية — التعرية البحرية — الحركات التكتونية) كان له الأثر الأكبر فى نشأة كل الرفارف القارية وتشكيلها . ولكن يمكن أن نقول بأن هذه هذه الرفارف قد تصنف إلى مجموعات متنوعة بحيث تأثر كل منها بعامل أو عوامل محددة ساهمت فى نشأتها وتشكيل مميزاتها المورفولوجية العامة .

(ثانيا) المنحدر القارى والمرتفع القارى

Continental Slope and Continental Rise

يمتد تحت أقدام الرفارف القارية مناطق من قاع البحر أشد إنحداراً من مناطق الرفارف القارية وتتجه إنحداراتها صوب الأعماق البعيدة من البحر وتعرف باسم المنحدر القارى . وقد أعتبر هولمز (١٩٤٤) Holmes (١) أن المنحدر القارى عبارة عن منطقة حدية تربط بين كل من صخور اليابس ممثلة فى أرضية الرفارف القارية من جهة ، وصخور قشرة المحيطات ممثلة فى

1- Holmes, (Physical Geology,) London, 1944, 1958

أرضية قاع البحر العميق من جهة أخرى :

وقد أوضح ديتز Dietz عام ١٩٥٢ أن الطرف الأمامى للرفرف القارى يشغل خط عمق ٦٥ قامة ، ويلاحظ الباحث بهذه المنطقة تغيير مفاجئ فى طبيعة الإنحدار العام لقاع البحر ، حيث يظهر الفرق واضحاً بين إنحدار الرفرف القارى التدرجى البسيط ، والأنحدار الشديد الذى يقع أسفله . ويعرف أعالى هذا الأنحدار الأخير باسم المنحدر القارى وأقدامه باسم المرتفع القارى(١) وقد تظهر أقدام المنحدر القارى عند خط عمق ٢٠٠٠ قامة ، ويمثل هذا العمق الأطراف النهائية للصخور القارية .

ومن نتائج دراسات شبرد Shepard, 1959 (٢) فإن متوسط درجة انحدار سطح المنحدر القارى تبلغ نحو ٤°، وتمتد من أقدام الرفرف القارى إلى خط عمق ٦٠٠٠ قدم : ولا يتساوى إنحدار هذا المنحدر على طول أجزائه المختلفة ، كما أنه لا يمتد إمتدادا مستقيماً ، ذلك لأنه يتقطع بواسطة الأودية العميقة والأحواض البحرية . ويختلف المنحدر القارى كذلك وتتنوع أشكاله من موقع إلى آخر تبعاً لاختلاف العوامل التى أدت إلى نشأته والتطور الجيومورفولوجى للساحل نفسه . فعلى طول السواحل الصدعية مثل الساحل الشرقى لفلوريدا يلاحظ أن انحدار المنحدر القارى انحداراً شديداً إذ يزيد عن ١١°، بينما على طول السواحل التى تصب فيها أنهار عظمى ، قد يظهر إنحدار المنحدر القارى بسيطاً «(٦° — ٩°) .

ويطلق شبرد على الأجزاء السفلى من المنحدر القارى اسم «المرتفع القارى» The Continental Rise. وعلى ذلك يعد المرتفع القارى أو بمعنى آخر أقدام المنحدر القارى » حلقة الربط الحقيقية بين المنحدر القارى نفسه وبين المناطق العميقة من المحيط . وأوضح شبرد أن متوسط إنحدار المرتفع القارى تتراوح من ١ : ١٠٠ ، ١ : ٨٠٠ .ويختلف إتساعه من موقع إلى آخر :

1- Dietz, R.S. (Geomerphic evolution of Continental Terrace), Bull Ass. Amer. Petr. Geol., 36 (1953) p.1882-1819

2- Shepard, F.P., (The Earth beneath the Sea), Baltimore, 1959

وتتمثل أحسن المناطق التي يظهر فيها المرتفع القارى عند أقدام المنحدر القارى على طول سواحل مراكش والجزائر وداكار حيث يبلغ متوسط إتساع المرتفع القارى هنا نحو ٤٠٠ ميل ه

وقد درس المنحدر القارى تحت أقدام الرفارف القارية لسواحل أمريكا الشمالية حديثاً دراسة تفصيلية، ويمكن أن نلخص أهم خصائصه المورفولوجية فى النقاط التالية : —

١ — يتميز المنحدر القارى أمام رفرف الساحل الشرقى لكندا بكونه متسعاً نسبياً حيث يبلغ متوسط أنحداره نحو ٥° . وتنتهى أطرافه الأمامية عند خط عمق ١٠٠٠ قامة .

٢ — يظهر المنحدر القارى فيما بين رفرف جورج بانك George Bank ورأس هنزاس ، على عمق ١٥٠٠ قامة. وتشكله هنا التلال الرملية والوديان البحرية العميقة .

٣ — إلى الجنوب من رأس هنزاس حتى فلوريدا جنوباً ، يتألف المنحدر القارى من عدة مدرجات أشهرها وذلك المدرج المعروف باسم « هضبة بليك » Blake Plateau ويتراوح عمقه من ٤٠٠ — ٦٠٠ قامة ومتوسط أنحداره نحو ٣° .

٤ — يتشكل أسطح المنحدر القارى تحت أقدام الرفارف القارية للساحل الجنوبى لامريكا الشمالية بظاهرات جيومورفولوجية متنوعة . إلا أن أكثر الظواهر إنتشار فوقه هى ظاهرة الأحواض الطولية العميقة (متوسط قطرها ٣٠ ميلا ، ومتوسط عمقها ١٥٠٠ قدم) .

وقد أوضح الباحثين أن هذه الأحواض ربما تمثل أودية نهرية قديمة غمرها البحر ثم أنسدت مداخلها بواسطة الرواسب ، وكذلك تعرض بعض أجزاء من قاعها إلى فعل الإمتلاء بالرواسب النهرية والبحرية إلى أن ظهرت بالشكل الذى تبدو عليه اليوم . ولكن مما يعترض هذا التفسير هو أن الشكل

الذى تبدو به هذه الأحواض اليوم . لا يدل على أنها ترجع أصلا إلى أودية نهرية منغمرة .

وتبعاً لانتشار التلال القبابية بجوار هذه الأحواض على طول ساحل لويزيانا وتكساس رجح بعض الباحثين أن نشأتها قد ترجع إلى حدوث إنزلاقات أرضية قديمة Old land slides ولكن يعترض هذا التفسير عدة نقاط تتلخص فيما يلى : —

ا — إن انحدار سطح المنحدر القارى هنا بسيط جداً بحيث من الصعب أن تنشأ عليه أنزلاقات أرضية ، إلا فى حالة كون هذه الأنزلاقات قديمة العمر جداً ، وعملت الرواسب الحديثة على تشكيل أرضية المنحدر القارى والرفارف القارية

ب — إذا كانت هذه التلال وتلك الأحواض ترجع إلى عمليات الإنزلاق الأرضى فلابد إذن من وجود حافات صخرية خلفية تمثل تلك التى تأثرت بعمليات الأنزلاق ونجم عنها تدفق الكتل الصخرية نحو الأنحدارات السفلى . ولكن من دراسة مورفوجية الرفرف القارى لخليج المكسيك لا يظهر وجود لمثل هذه الحافات ، كما أن اليابس المجاور والذى يتمثل فى سهل المسيسبى وسهول تكساس لا يظهر عليه أى حافات صخرية يمكن اعتبارها الحافات الأصلية التى إنزلقت منها التلال وتكونت بواسطتها هذه الأحواض العميقة .

نضح من هذا العرض النقاط الأساسية التالية : —

١ — يعد المنحدر القارى حلقة الأتصال بين أهم مستويين على سطح القشرة الأرضية أحدهما القشرة الأرضية التى تقع فوق عمق ٢٠٠٠ قامة والآخر كل المناطق التى تقع أسفل هذا العمق . ويتميز بإنحداره النسبى إذا ما قورن بإنحدار سطح الرفارف القارية ، وضيق أبعاده كذلك (من ١٠ — ٣٠ ميل) .

٢ - تقطع الأخاديد العميقة بعض المنحدرات القارية وقد ساهمت جوانب هذه الأخاديد فى إيضاح التركيب الجيولوجى للمنحدرات القارية .

٣ - تعد أرضية المنحدرات القارية ، الموقع الذى يتجمع فوقه الرواسب القارية الدقيقة الحجم. وعلى ذلك استنتج كارى Curray عام ١٩٦٠[1] أن ما يتراكم من الرواسب فوق أرضية المنحدرات القارية سنوياً أعظم حجماً من تلك الرواسب التى تتراكم فوق أرضية الرفارف القارية .

٤ - رجح الباحث فلجر Phleger عام ١٩٦٠ بأنه خلال عصر البلايوستوسين فى الفترات التى إنخفض فيها مستوى سطح البحر بنحو ٣٠٠ قدم عن مستواه الحالى كانت الأنهار تصب مباشرة فوق أرضية المنحدرات القارية الحالية . أى أن بعض المنحدرات القارية الحالية كانت عبارة عن رفارف قارية خلال الفترات الجليدية البلايوستوسينية .

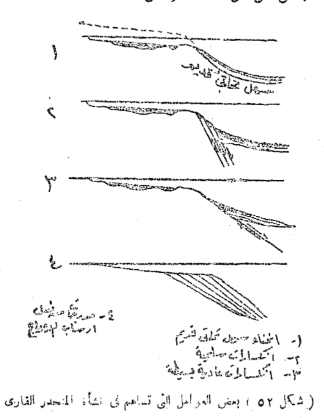
ولا تزال معلوماتنا عن مورفولوجية المنحدرات القارية محدودة ، ومازلنا فى حاجة إلى المزيد من الأبحاث الجيولوجية البحرية والسيسمولوجية لدراسة توزيعها الجغرافى والكشف عن أسرار مثل هذه الظواهر الكبرى فوق قاع البحار والمحيطات .

نشأة المنحدرات القارية

كما هو الحال بالنسبة للرفارف القارية فقد أجمع الباحثون على أن نشأة المنحدرات القارية متعدده ، وتختلف من منحدر إلى آخر . بل قد ذكر بعض الباحثين أكثر من عامل عند تفسير نشأة المنحدر القارى الواحد . وقد

1- Curray, J.P. (Sediments and history of Holocene transgression...), Okla (1960)

أكد كل من ديتز Dietz (١) وهيزن Heezen (٢) : وسفردرب Sverdrup, (٣) وشبرد Shepard (٤) . بأن المنحدرات القارية التى تتمثل تحت أقدام الرفارف القارية ، نشأت تبعاً لأكثر من عامل واحد ، فبعضها قد يعزى إلى أثر فعل الإرساب وبعضها الآخر قد يرجع إلى أثر اختلاف التركيب الصخرى أو قد ينشأ بفعل الحركات التكتونية (حدوث الصدوع)(شكل ٥٢) . وعلى ذلك يحسن أن نناقش باختصار المنحدرات القارية المختلفة التى تأثرت بفعل كل من هذه العوامل .



(شكل ٥٢) بعض العوامل التى تساهم فى نشأة المنحدر القارى

1- Dietz, R.S., (Geomorphic evolution of Continental Terrace), Bull. Ass. Amer. Petr. Geol., 36 (1952), 1802-1819

2- Heezen, B. C., (The rift in the ocean floor) Sci. Amer. (1960) 98-114

3- Sverdrup, H. U., (The ocean) Prentice-Hall, (1962)

4- Shepard, F. P., (Submarine geology), N. Y., (1963)

(١) المنحدرات القارية التى نشأت بفعل ارساب الامواج للمفتتات الصخرية:

تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة أن بعض المنحدرات القارية تمثل مقدمات لمدرجات بنيت بواسطة إرساب الأمواج للمفتتات الصخرية. وقد بنى أصحاب هذا الرأى اعتقادهم على أساس كميات الرواسب العظمى المتجمعة فوق أرضية كل من الرفرف القارى والمنحدر القارى. ويرجح أصحاب هذا الرأى كذلك أن كمية الرواسب التى تجمعت فوق أرضية المنحدرات القارية خلال عصر البلايوستوسين وبداية العصر الحديث كانت أعظم منها الآن تبعاً لإنخفاض منسوب سطح البحر عن مستواه الحالى، كما كانت الأنهار تصب مباشرة فوق أرضية المنحدرات القارية.

ويعترض كل من هيل Hill,1957 (١)، ودريك Drake, 1959 (٢) على قدرة الأمواج فى بناء مدرجات عظمى بهذا الشكل وبحيث تمتد تحت أقدام كل الرفارف القارية. ومن دراستهما لمرفولوجيه المنحدرات القارية وإيضاح شدة إنحدارها وتضرس سطحها، خاصة كلما بعدت عن الرفارف أوضحا أنه من الصعب الاعتقاد بأن نشأتها ترجع إلى عملية إرساب الأمواج للمفتتات الصخرية.

(٢) المنحدرات القارية التى تمثل الطبقات الامامية للدلتاوات الكبرى :

رجح بعض الباحثين أن هناك مجموعات من المنحدرات القارية تمثل الطبقات الأمامية (Front Set) للدلتاوات الكبرى. ومن أمثلتها تلك التى تتمثل تحت أقدام الرفارف القارية أمام مصب نهر النيل ودلتا النيجر. ومن دراسة القطاعات التضاريسية التى توضح شكل الرفارف القارية والمنحدرات

1- Hill, M. N., (Recent geophysical exploration of the ocean floor) London, (1957), 129-163

2- Drake, C. L., (Continental margins and geosyncline) in (Physics and Chemistry of the Earth,) London, (1959)

القارية أمام مصب هذين النهرين ، تبين أن منطقة المنحدر القارى متصلة بأقدام الرفارف القارية وتبدو منطقة الإتصال على شكل إنحدار محدب بسيط مما قد يؤكد هذا الرأى. ولكن من دراسة القطاعات التضاريسية للرفارف والمنحدرات القارية أمام مصبات الأمزون والكنغو وإيراوادى والكانج تبين أنه من الصعب قبول هذا التفسير عند تحديد نشأة المنحدرات القارية .

(٣) المنحدرات القارية التى تمثل سطوحا تجاتية قديمة انخفض منسوبها عما كان عليه من قبل :

أثبتت الدراسات الجيومورفولوجية للمناطق الواقعة على طول الساحل الغربى لأوربا والساحل الشرقى للأمريكتين أن بعض المنحدرات القارية قد تمثل بقايا سهول ميوسينية قارية تكونت بفعل التعرية الهوائية ، ثم تعرضت هذه السهول إلى فعل عمليات الهبوط التدريجى وأصبحت على شكل منحدرات قارية عظمى (Downwarped remnants of Miocene Peneplains) .

أما حركة هبوط السهول التحاتية نفسها فتعزى بدورها إلى إمتلاء المقعرات المنثنية العظمى geosynclines (١) بفعل الرواسب .

(٤) المنحدرات القارية التى تنشأ بفعل الحركات الصدعية :

حيث تقع المنحدرات القارية فى منطقة الضعف الجيولوجى العظمى بين صخور القارات التى تتألف أساساً من « السيال » وصخور قاع المحيط التى تتركب من صخور « السيما » لذا تعرضت لحركات صدعية عظمى . ويؤكد هذه الحقيقة حدوث الزلازل والبراكين فى نطاق الضعف الجيولوجى بالمحيط الهادى (حلقة النار) ، ولكن لم يسجل حدوث مثل هذه الحركات التكتونية فى مناطق المنحدرات القارية بالمحيطين الهندى والأطلسى .

ويعتمد أنصار الرأى القائل بأن نشأة المنحدرات القارية ترجع إلى فعل

---

(١) حسن أبو العينين ، « أصول الجيومورفولوجيا » دار المعارف ــ الأسكندرية ــ ١٩٦٦ .

الصدوع على ما يلى : —

(ا) توزع الخوانق المحيطية الطولية العظمى Deep Sea Trenches بجوار أقدام المنحدرات القارية مباشرة.

(ب) حدوث الزلازل بعض المنحدرات القارية، حتى تلك التى لا تقع بجوارها خنادق محيطية. وذلك مثل الزلزال الذى حدث مم المنحدر القارى للجراند باذك وبجوار الرفرف القارى لنيوفوندلاند فى ١٩ نوفمبر ١٩٢٩ م

(حـ) الإمتداد الطولى لمعظم المنحدرات القارية.

(د) تمتد المنحدرات القارية عمودية على اتجاه ميل الطبقات أو بمعنى آخر موازية لمضرب الطبقات Strike lines، أى فى مناطق الضعف الجيولوجية.

(هـ) دلت بعض العينات والرواسب الصخرية التى جمعت من جوانب المنحدرات القارية على أنها تأثرت بفعل الإحتكاك الصخرى تبعاً لحدوث صدوع عرضية.

وقد أكد مؤيدو هذا الرأى أن المنحدرات القارية قد تنشأ بفعل أى من الصدوع السلمية أو الصدوع العادية البسيطة أو كليهما معاً. (شكل ٥٢).

الدورة التحاتية للمنحدرات القارية

تبعاً لتنوع أشكال المنحدرات القارية واختلاف خصائصها الجيومورفولوجية العامة من منحدر إلى آخر، رجح ديتز Dietz عام ١٩٥٢ (١) بأن مجموعات المنحدرات القارية لا ترجع نشأتها إلى مرحلة واحدة وبل ربما تكونت خلال

1- Dietz, R. S., (Geomorphic evolution of the Continental Terrace) Bull. Amer. Asso. Petrol. Geol., 36 (1952).

مراحل مختلفة، كما تعرض كل منها المراحل متعاقبة من مراحل النمو والتطور الجيومورفولوجي. وعلى ذلك رجح ديتز Dietz ، احتمال وجود دورة تحاتية تمر بها مجموعات المنحدرات القارية المختلفة. وعلى سبيل المثال وصف ديتز المنحدرات القارية للسواحل الغربية لأمريكا الشمالية على أنها فى مرحلة الشباب، بينما المنحدرات القارية على طول السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية تعد فى مرحلة النضج. أما سواحل الولايات المتحدة الأمريكية المطلة على خليج المكسيك، فقد أعتقد بأنها مرت بدورتين تحاتيتين متعاقبتين، حيث جددت نشاطها من مرحلة النضج وأصبحت الآن تمر بدورة الشباب. ومن دراسته لمورفوجية المنحدرات القارية تحت أقدام الرفارف القارية للقارة القطبية الجنوبية (أنتارتيكا) أوضح بأنها تعد الآن فى مرحلة الشيخوخة. وقد لخص ديتز تشكيل المنحدرات القارية خلال المراحل التحاتية المختلفة فيما يلى :

١ — **مرحلة الطفولة** : تتجمع الرواسب عادة فوق أعالى المنحدر القارى، ثم تتجه تدريجياً إلى أسفل بفعل الزحف والإنزلاق وبمساعدة التيارات البحرية. وقد ينجم عن هذه العمليات تكوين أودية تحفر فى أرضية المنحدر القارى، وقد تمثل هذه بداية تكوين الأخاديد البحرية Submarine Canyons

٢ — **مرحلة الشباب** : يقل شدة الإنحدار، ويصبح بسيطاً عما كان من قبل تبعاً لتراكم الرواسب عند مقدمات المنحدر القارى. وقد تظهر الرواسب فى هذا الموقع الأخير على شكل المراوح فيضية. كما قد تعمق بعض الأودية نفسها وتصبح على شكل حرف (٧).

٣ — **مرحلة الشيخوخة** : يقل إنحدار المنحدر القارى كثيراً ويصبح فى مرحلة شبه الثبات State of equilibrium، ويصبح الشكل العام للمنحدر القارى مستقيماً دون تعاريج واضحة تبعاً لطمس مظاهره المورفولوجية بفعل الرواسب.

الفصل الثالث عشر

بعض الظاهرات الثانوية فوق قاع البحار والمحيطات

هناك مجموعة أخرى من الظاهرات التضاريسية الثانوية تشكل قاع البحار والمحيطات تبعاً لظروف محلية متنوعة أدت إلى تكوينها وتتخلص أهم هذه الظاهرات فيما يلي : —

ا — الأخاديد المحيطية Submarine Canyons

ب — الجبال البحرية mounts-Sea and Guyots

جـ — الجزر والحواجز المرجانية Atolls and Coral Reefs

(أولا) الأخاديد المحيطية Submarine Canyons

منذ نحو نصف قرن مضى تقريباً، دلت نتائج الأبحاث المساحية التى أجريت باستخدام طريقة صدى الصوت فى قاع المحيط الأطلسى، على أن وادى نهر هدسن Hudson فى الولايات المتحدة الأمريكية ووادى نهر الكنغو فى أفريقيا يمتدا فى البحر المجاور فوق أرضية الرفارف والمنحدرات القارية لمسافات كبيرة . وقد مزقت هذه الأودية الرفارف القارية وشكلتها بمجار متوازية أو قد تكون شجرية عميقة، وتختلف فى مظهرها المورفولوجى عن بقية أرضية قاع الرفارف القارية المستوية السطح .

وقد أجريت عدة أبحاث تفصيلية خاصة فوق قاع المحيط الأطلسى إلى الشرق ساحل نيو يورك بنحو ١٢٠ ميلا . وقد دلت هذه الدراسات على تكوين أخدود محيطى عميق يمتد فوق الرفارف القاريه فى هذه المنطقة، واطلق عليه اسم **أخدود هدسن المحيطى** (شكل ٥٣) وقد تبين أن طول هذا الأخدود يبلغ نحو ٥٠ ميلا ، وعرضه ٦ أميال ، بينما يبلغ متوسط عمقه نحو ٣٧٠٠ قدم تحت مستوى سطح البحر .

(شكل ٥٣) أخدود «هدسن» المحيطى كما توضحه خطوط الأعماق المتساوية

وقد اكتشف الباحثون فى نفس هذه الفترة أخدوداً محيطياً عظيما فى المحيط الأطلسى الشمالى تتألف أعاليه من رافدين، ويمتد الرافد الأيمن بجوار الرفرف القارى للساحل الشرقى لجرينلند، بينما يمتد الرافد الأيسر بجوار الرفرف القاري لساحلها الغربى، ويتميز تصريف الأخدود المحيطى هنا بكونه شجرياً ويلتقى الرافدان إلى الشرق من جزيرة نيوفوندلاند New foundland بنحو ٢٥٠ ميلا . ثم يمتد الأخدود من الشمال إلى الجنوب لمسافة تبلغ نحو ٩٠٠ ميل ويتلاشى عند دائرة عرض ٣٨° شمالا (أمام الرفرف القارى لساحل نيويورك) . (شكل ٥٤) . ويبلغ عمق هذا الأخدود نحو ٥٠٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر .

وقد تكررت نفس هذه الظاهرة أمام مصب نهر الكنغو، حيث تبين أن أجزاء كبيرة، قد تكون جزء من وادية تشكل أرضية الرفرف القارى أمام خط الساحل، ومن ثم اطلق عليه اسم أخدود الكنغو المحيطى . ويمتد هذا

الأخدود من خط الساحل إلى صوب البحر لمسافة يبلغ طولها نحو ١٥٠ ميلا وتتلاشى نهايته التي تبدو على شكل دلتا إرسابية عظمى عند خط عمق ٢٥٠٠ قامة. وقد أوضح هيزن Heezen عام ١٩٥٩ (١) أن كميات الرواسب العظمى التي يصبها نهر الكنغو في المحيط سنوياً يمكن أن تملأ هذا الشق الأخدودي الذي يقع أمام مصب النهر مباشرة. وعلى ذلك استنتج بأنه لا بد أن تكون هناك عوامل أخرى، تعمل على نقل هذه الرواسب والمفتتات



(شكل ٥٤) الشكل الشجري لأخدود المحيط الاطلسي الشمالي وروافده

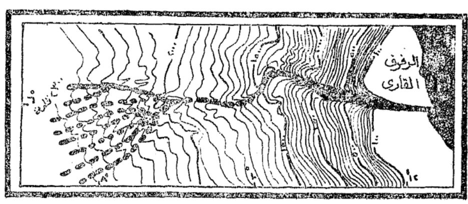
بصورة مستمرة من باطن الأخدود المحيطي. وقد لاحظ هيزن كذلك بأن رأس أخدود الكنغو المحيطي ليست ثابتة، بل يتغير موقعها من عام إلى آخر، خاصة بعد حدوث فيضانات نهر الكنغو العظمى. ومن ثم فشل مشروع وضع الكابلات الكهربائية في باطن أخدود الكنغو المحيطي. ولهذا الأخدود بعض الروافد الثانوية خاصة على جانبه الشمالي. واتضح من قطاعاتها العرضية بأنها تبدو في مرحلة الشباب (على شكل حرف ٧)، وينتشر فوق أرضية الأخدود رواسب الرمال والسيلت وبعض الرواسب العضوية (شكل ٥٥).

وبجوار الرفرف القاري للساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية يمتد أخدودان محيطيان هما أخدود لاجولا وأخدود سكريبس Lajolla and Scripps

---

1- Heezen, B. C., (The floor of the oceans) North Atlantic Geol. Soc. Amer. (1959)

Submarine Canyons وتعد المعرفة عن هذين الأخدودين ، واضحة وتفصيلية إذا ما قورنت بمعلوماتنا عن جيومورفولوجية الأخاديد المحيطية الأخرى . ويعزى ذلك إلى وقوعهما بجوار معهد سكريبس الأقيانوغرافى Scripps Institution of Oceanography وقد عمل رجال هذا المعهد على تصوير جدران هذين الأخدودين تصويراً دقيقاً تحت الماء ، كما جمعت آلاف العينات الصخرية والإرسابية من قاعهما ، ورسمت لهما خرائط مورفولوجية بحرية تفصيلية ، توضح أدق التفاصيل الجيومورفولوجية للأخدودين ووضعت صورة كبيرة مجسمة لهما عند مدخل معهد سكريبس .



(شكل ٥٥) أخدود الكنغو المحيطى

ويبدو الأخدودان على شكل شقين عظيمين فى الصخور يبلغ متوسط اتساع قاع كل منهما نحو نصف ميل ، بينما يمتد الأخدود لمسافة تبلغ أكثر من ٨٠ ميل ، ولا يبعد طرفيهما عن خط الساحل بأكثر من ٣٠٠ متراً . وقد انشق الأخدودان فى صخور صلبة أفقية ، وتبدو جوانبهما على شكل حوائط عالية رأسية الشكل ، يتراوح انحدارها من ٧٠° — ٩٠° . وتنتشر فوق أرضية الأخدودين رواسب عظمى من الرمال وكذلك بعض الأعشاب البحرية

يتضح من هذا العرض أن الأخاديد المحيطية تختلف فيما بينها من حيث خصائصها الجيومورفولوجية العامة . وقد قسم الأستاذ كينن هذه الأخاديد إلى مجموعتين رئيستين هما : —

ا ـــ الأخاديد التى تشق فى الصخور الصلبة ، وتتميز بأن لها جدران حائطية الشكل مركبة من صخور صلبة متجانسة وأطلق على هذه المجموعة تعبير (نوع نيو إنجلند) New-England Type.

ب ـــ الأخاديد التى تشق نفسها فى صخور غير متجانسة ، أى صخور صلبة متعاقبة فوق صخور لينة ، وتنتشر فوق قاعها كميات هائلة من الرواسب الطينية الرملية وأطلق على هذه المجموعة تعبير (نوع كورسيكا) Corsican Ravines

وقبل أن نتحدث عن أهم الآراء التى رجحت لتفسير نشأة هذه الأخاديد المحيطية ينبغى أن نشير إلى أهم خصائصها الجيومورفولوجية العامة ، وهذه تتلخص فيما يلى : ـــ

١ ـــ تكاد تنتشر ظاهرة الأخاديد المحيطية على طول الرفارف القـــارية لسواحل العالم ، فهى توجد بالسواحل المستقرة وغير المستقرة ، كما قد تتمثل على طول سواحل البحار الاستوائية والمدارية والمعتدلة الباردة والقطبية ، بل وفى البحار شبه المقفلة كذلك .

٢ ـــ تتألف حوائط الأخاديد المحيطية وجدرانها من صخور مختلفة الصلابة والتركيب الجيولوجى .

٣ ـــ تظهر أودية الأخاديد المحيطية على شكل أودية منثنية متعرجة إلا أنها قد تكون مستقيمة الامتداد إذا ما تأثرت ببعض العوامل الجيولوجية، التى تؤدى إلى استقامة امتدادها . (صدوع عظمى ـــ مناطق ضعف جيولوجى ...)

٤ ـــ يتميز التصريف العام لمعظم الأخاديد المحيطية بكونه شجرياً ؛

٥ ـــ يبدو القطاع العرضى للأخاديد المحيطية على شكل حرف (V) إلا أن بعضها قد يكون لها قاعاً عريضاً متسعاً ، ومع ذلك فتبدو جوانبها جميعاً على شكل جدران حائطية عالية .

٦ ـــ تغطي أرضية الأخاديد فرشات هائلة السمك من الرمال والطين ونسبة محدودة من رواسب الحصى والحصباء .

٧ ـــ تمتد الأخاديد المحيطية فى معظم الأحيان عمودية على خط الساحل .

٨ ـــ يتصل بعض الأخاديد بالمضايق والمداخل البحرية بينما لا يتصل بعضها الآخر بخط الساحل ، وتبتعد أعاليها بنحو نصف ميل عن خط الساحل المجاور .

٩ ـــ على الرغم من أن الشكل العام لهذه الأخاديد المحيطية قد يشبه بعض الظواهر الأخرى على اليابس (مثل أخدود كلورادو العظيم ...) ، إلا أن الأولى ذات امتداد شاسع ، وتتميز بعمقها العظيم وجوانبها الحائطية الشكل .

١٠ ـــ تختلف **الاخاديد المحيطية** Submarine Canyons عن **الخوانق المحيطية العظمى** Deep Sea Trenches ، ذلك لأن الأولى تتكون فوق الرفارف القارية وتمتد عمودية على خط الساحل المجاور ، بينما تمتد الثانية موازية لخط الساحل وتقع فيما وراء المرتفع القارى .

نشـــأة الأخاديد المحيطية

تبعاً لتنوع المظهر الجيومورفولوجى من أخدود محيطى إلى آخر ، أكد العلماء أن نشأة الاخاديد تتنوع بدورها من مجموعة إلى أخرى ، ومن الصعب قبول عامل واحد ينجم عنه نشأة هذه الاخاديد وتشكيلها . ويرجح بعض الباحثين أن نشاة الاخاديد المحيطية ترجع إلى أثر فعل عوامل غير معروفة تماماً ، وربما تم تكوينها إما فوق منسوب سطح البحر ، أو فى مواقعها الحالية تحت منسوب سطح البحر . فاذا اعتبرنا أن هذه الاخاديد قد نشأت فعلا عند ما كان موقعها فوق منسوب سطح البحر ، فمعنى هـــذا أن قاع البحر قد انخفض

إلى المنسوب الحالى لهذه الاخاديد (١٠٠٠٠ – ١٥٠٠٠ قدم) ولكن أكدت نتائج الدراسات الاقيانوغرافية والجيومورفولوجية على أنه ليست هناك أدلة تثبت انخفاض مستوى البحر بهذا الشكل على الإطلاق فى أى مكان من العالم . بل تؤكد كل الأدلة العلمية المختلفة أن البحر كان يتقدم أو يتقهقر عن الأرض المجاورة له فى حدود عدة أميال فقط، وأن تغير مستوى هبوط البحر خلال العصر الجليدى البلايوستوسينى لم يزد فى أى جزء من سطح قشرة الارض عن ٣٠٠ قدم .

وعلى ذلك تضاربت الآراء فيما يختص بنشأة هذه الأخاديد ويمكن أن نلخصها فيما يلى : —

(أولا) النظريات القديمة

(١) نظرية فجنر Wegener عام ١٩٢٤ :

أعتقد فجنر أن هذه الاخاديد نشأت فجائياً بواسطة عوامل تكتونية فجائية Diastrophic movements . وقد أشار إلى أن أهم هذه العوامل تتمثل فى فعل الصدوع المختلفة وتعرض الرفرف القارى لحركات الرفع التكتونية . ومما يعترض هذا الرأى ما يلى : —

ا — يظهر من دراستنا للتوزيع الجغرافى للأخاديد المحيطية ، أنها تشكل كل الرفارف القارية فى بحار العالم ، ولا تقتصر على منطقة محلية معينة . وعلى ذلك فمن الصعب قبول الرأى القائل بأن كل الرفارف القارية تعرضت لعوامل تكتونية فجائية .

ب — قد تظهر الأخاديد المحيطية على شكل أودية منثنية متعرجة وليست مستقيمة تماماً ، وعلى ذلك فمن الصعب أن نفترض بأن كل هذه الاخاديد نشأت بفعل الصدوع .

جـ - تقع كل الاخاديد المحيطية عمودية على خط الساحل . ولـكن من الصعب أن نعتقد بأنها نتاج صدوع عرضية كانت تمتد محاورها عمودية على خط الساحل كذلك .

(٢) نظرية جونسون Johnson : - ١٩٣٩

اعتقد جونسون بأن نشأة الاخاديد المحيطية قد ترجع إلى أثر فعل الينابيع القوية[١] التى تتمثل عند أقدام الرفارف القارية خاصة على طول السواحل التى تميل طبقاتها صوب البحر المجاور . ولـكن تبين أنه من الصعب قبول هذا الرأى ذلك لأنه لا يفسر تـكوين الاخاديد المحيطية فوق الصخور الجرانيتية والصخور الصلبة . ولم يؤكد الباحثون حدوث هذه الينابيع عند أقدام الرفارف القارية ، وإن وجدت فرضاً فانه من الصعب كذلك تفسير نشأة الاخاديد العظمى بفعل تدفق مياه الينابيع .

(ثانياً) النظريات الحديثة

وعلى الرغم من أن مشكلة الاخاديد المحيطية العظمى بدأت دراستها منذ عام ١٨٩٣ فى كتابات لاوسون Lawson ، إلا أنه حتى الوقت الحاضر لم نصل إلى تفسيرات يقينية توضح حقيقة نشأتها . وتتلخص النظريات الحـــديثة فى رأيين مختلفين هما : -

(١) تكوين الاخاديد المحيطية بواسطة التعرية الهوائية عند ما كان منسوب البحر أكثر انخفاضا عما هو عليه اليوم :

يعتقد أصحاب هذا الرأى أن الاخاديد المحيطية تكونت بواسطة التعرية الهوائية Subaerial erosion[٢] (خاصة التعرية النهرية) عنـــد ما كان

1- Johnson, D.W., «The origin of Submarine Canyon», N. Y., 1939).

(٢) راجع تعريف هذا التعبير بكتاب أصول الجيومورفولوجيا - للدكتور حسن أبو العينين ١٩٦٦ ص - ٣١٤ - الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

منسوب البحر أكثر إنخفاضاً عما هو عليه اليوم ، وحيث أكدت الدراسات الأقيانوغرافية والجيومورفولوجية إنخفاض مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوستوسين بنحو ٩٠ قامة عن منسوبه الحـــالى ، فان جزءاً كبيراً من الرفارف القارية الحالية كانت جزء من الأرض المجاورة وبالتالى كان يقطعها مجارى نهرية تمثل الصورة الأولى لهذه الأخاديد المحيطية الحالية . وقد نجحت هذه الأنهار البلايوستوسينية فى شق مجاريها فوق صخور شديدة الصلابة وعملت على تعميق هذه المجارى عند تذبذب مستوى سطح البحر خلال الفترات البلايوستوسينية المختلفة .

ويعتمد أصحاب هذا الرأى فى تحقيق نظريتهم على شكل القطـــاعات العرضية لهذه الأخاديد والتى تبدو على شكل حرف (V) ، وإن دل هذا على شىء فانما يدل حسب أرائهم على حفر هذه الأخاديد بفعل الأودية النهرية النشيطة . كما يدل التصريف الشجرى للاخاديد المحيطية وروافدها على تطور مراحل نمو الأنهار الأصلية . وعلى ذلك يلاحظ من دراسة التوزيع الجغرافى للاخاديد المحيطية أن الغالبية العظمى منها تمتد مع نفس إتجاه المجاري النهرية التى تتمثل على اليابس المجاور .

ولكن يعترض هذه النظرية عدة نقاط تتخلص فيما يلى : ـ

ا ـ على الرغم من أن الأخاديد المحيطية تتكون فوق الرفارف القارية إلا أنها تمتد فوق المنحدرات القارية كذلك هذا بالإضافة إلى أنها عظيمة العمق (١٥٠٠ قدم عن مستوى سطح البحر) فى حين أن إنخفاض مستوى سطح البحر البلايوستوسينى كان بنحو ٣٠٠ قدم عمـا هو عليه اليوم .

ب ـ من الصعب إعتقاد أن كل هذه المجـارى النهرية عمقت أوديتهـا بهذا العمق العظيم على طـول نطاق الرفارف القـارية . كما لم يوضح أصحاب هذا الرأى الأسباب التى أدت إلى تعميق المجارى النهـرية بهذا الشكل من ناحية ، ثم كيف استطاعت الأودية تعميق مجاريها بهذا الشكل فى

منطقة الرفارف القارية (الأجزاء الدنيا للأنهار) بينما ظلت المنـاطق المجاورة لها على اليابس الحالى لم تعمق بنفس العوامل .

جـ ـ هناك كثير من الأخاديد المحيطية العظمى تشغل مناطق لا يقع بجوارها على اليابس أى أنهار حديثة أو حتى آثار لمجارى نهرية بلايوستوسينية قديمة.

تكوين الأخاديد المحيطية بفعل التيارات الدوامية العكرة :
Turbidity Currents.

تعتبر أوفق النظريات التى رجحت حتى الآن هى تلك التى قدمها الأستـاذ دالى Daly عام ١٩٣٦ (١) . وتتلخص هذه النظرية فى أن الأخاديد المحيطية قد تكونت فى مواقعها الحالية تحت سطح البحر بواسطة فعل التيارات الدوامية العكرة والتى يعظم نشاطها فوق أرضية الرفارف القارية . وتتخلص آراؤه فى أن منسوب سطح البحر خلال العصر الجليدى كان نحو ٣٠٠ قدماً تحت منسوبه فى الوقت الحضر. وعلى ذلك ساهمت عوامل التعرية الهوائية والجليدية فى نقل كميات عظمى من الطين وإرسابها فوق الرفارف القـارية . وقد نجم عن عظم تراكم هذه الرواسب الهائلة تكوين مياه طميية يكثر فيها حدوث الدوامات وحركة التيارات المائية . ومن المعروف أن المياه المحملة بالطمى أكبر كثافة من المياه الصافية ، لذا تترسب المياه الطميية أسفل المياه الصافية وقد تتخذ لنفسها مجرى معلق Suspension Current ، تختلف طبيعتة وسرعته حسب إختلاف كثافة المواد المعلقة ودرجه إنحدار قاع البحر. وبتوالى تكرار هذه العملية أمكن لبعض التيارات المعلقة فوق منطقه الرفارف القاريه حفر أوديه لها . وقد تتميز هذه الأودية فى بداية نشأتها بكونها ضحلة ، إلا أنها تزداد عمقاً بمرور الزمن حتى تظهر على شكل أخاديد عميقة كتلك التى نراها اليوم .

1 - Daly, R. A , «The origin of Submarine Canyon», Amer. Jour. Sci. vol. 31 (1936) , 401 - 402.

ومن أنصار هذا الرأى كذلك كل من كينين Kuenen [1] (١٩٥٠) ، وهيزن Heezen (١٩٥٦) [2] ، وشبرد Shepard (١٩٦٣) [3] .

وفى الحقيقة لم تسترع نظرية « دالى » الإنتباه إلا بعد أن حققها عملياً الأستاذ كينين Kuenenعام ١٩٥٠ فقدأوضح هذا الباحث الأخير أن الرمال الممتزجة بالطين لها القدرة على أن تكون شبه مجارى نهرية فى مياه البحر ، تسير لمسافات بعيدة وتتجه إلى أسفل نحو قاع المحيط ، ولها القدرة كذلك على نحت صخور القاع بل وشقه إذا ما إندفعت بسرعة نحو القاع .

وعلى الرغم من أن شبرد Shepard قد شاهد عام ١٩٠١ كميات عظمى من الرمال تنزلق من أعالى أحد الأخاديد المحيطية وتندفع بسرعة نحو باطن الأخدود إلا أنه لم يسجل حتى الآن رؤية مثل هذه التيارات الدوامية العكرة بصورة قاطعة فى مياه المحيط . ولكن الباحث هيزن Heezen (عام ١٩٥٢)[4] أكد وجود مثل هذه التيارات الدوامية من دراسة مظاهرها المختلفة . فعلى سبيل المثال أوضح هيزن أن تكسر الكابلات التلغرافية فى مياه الجراند بانك لا تعزى إلى سبب حدوث زلزال عام ١٩٢٩ نفسه ، بل إلى أثر فعل التيارات الدوامية التى نجمت بعد حدوث الزلزال . ومن دراسته لقاع الأخاديد المحيطية تبين له أن نحو ٩٠ ٪ من الرواسب التى تغطى قاعها تتألف من الطين والرواسب الناعمة الحبيبات جداً . وعلى ذلك استنتج أن هذه الرواسب هى نتيجة لحدوث عمليات إنزلاق الطين مع التيارات الدوامية العكرة .

---

1 – Kuenen, H., (Marine geology), N. Y., (1950).

2 – Heezen, B. C.,, (Corrientes de turbized del Rio Magdalena), Bol. Soc. Geograf. Colombia, Bogota. No. 52 (1956), 135 - 142.

3 – Shepard, F. P., (Submarine geology); N. Y. (1963).

4 – Heezen, B. C., (Turbidity Currents···) Amer. Jour. Sci. vol. 502 (1952). 849 - 884.

(ثانياً) الجبال البحرية

Sea-mounts and Guyots.

تتشكل بعض أجزاء من قاع المحيط بمجموعات عديدة من الجبال والتلال ذات قمم مستوية السطح، ويعظم إنتشارها خاصة فوق أرضية المحيط الهادى . ويطلق على هذه الجبال إذا تميزت بحواف جانبية حائطية الشكل (عظيمة الإرتفاع وشديدة الانحدار) اسم « التلال المحيطية » Sea -Mounts ، أما إذا تميزت قمة الجبل والسفوح العليا له ، بكونها مستوية السطح وعظيمة الإمتداد كذلك (أى تشبه فى هذه الحالة ظاهرة الموائد الصخرية Mesa فوق اليابس) ، فى هذه الحالة يطلق عليها تعبير « التلال المصطبية المحيطية » Guyots

ولقد قدر الباحثون أن قاع المحيط الهادى يشغله مجموعات هائلة من هذه التـــلال ، يبلغ عددها نحو ١٠,٠٠٠ تلا وجبلا . ويبلغ متوسط إرتفاعها نحو ٩٠٠٠ قدم فوق أرضية المحيط . وقد أوضح منـــارد Menard عام ١٩٥٩[1] ، أن نشأة الجبال البحرية قد يكون لهـــا علاقة بتكوين الجزر والحـــواجز المرجانية ، حيث لاحـــظ أن معظم الجزر والحواجز المرجانية تتكون أساساً فوق تلال بحرية بركانية النشأة غالباً ، وتتمثل فى الجزء الجنوبى الغربى من المحيط الهادى ، بينما تنتشر التلال البحرية التى نحن بصدد الحديث عنها فى أواسط المحيط الهادى وعلى الحـواف الغربية والشمالية الشرقية له . وعلى ذلك يتضح أن كلا من الحواجز والجزر المرجانية والجبال والتلال البحرية تنتشر فى إتجاهات مختلفة وتحتل مناطق متباينة . وقد أعتقد منارد أن السبب فى ذلك قد يعزى إلى تأثر بعض أجزاء من أراضى المحيط الهادى بالثورانات البركانية فى فترات جيولوجية متعاقبة وفى أماكن مختلفة من قاع المحيط . أو بمعنى آخر أن كلا من الجبـال والتلال البحرية

1 – Menard, H. W., (Geology of the Pacific Sea-floor), Experientia, 15, (1959), 205 - 213.

هى عبارة عن براكين محيطية قديمة حدثت فوق قاع المحيط خلال أزمنة جيولوجية مختلفة وظهرت تراكماتها فى مواقع متباعدة عن بعضها .

وأكدت الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة أن المخروطات البركانية على اليابس تختلف تماماً عن نتائج ثورانات البراكين المحيطية . حيث إن الأخيرة أعظم حجماً بمئات إن لم يكن بالآلاف أمثال حجمها . هذا بالإضافة إلى أن سطح هذه الجبال يبدو مستوياً وليس لهذه الجبال قمم مخروطية كبراكين اليابس ، وقد رجح بعض الباحثين إلى أن هذه التلال المحيطية تعرضت لحركات رفع أثناء فترة نموها ، نجم عنها ظهورها فوق مستوى سطح البحر ، وتعرضها للتعرية البحرية التى نجحت فى تشكيل أعاليها بسهول تحتاتية بحرية . ثم تعرضت هذه التلال بعد ذلك فى أواخر مراحل نموها إلى حركات هبوط ، وأصبحت بالتالى تحت مستوى سطح البحر كما تبدو عليه فى الوقت الحاضر .

(ثالثاً) الجزر الحلقية والحواجز المرجانية

Atolls and Coral Reefs

تنمو الجزر الحلقية والحواجز المرجانية فى بعض مياه البحار الاستوائية والمدارية . ويعتبر الأستاذ داروين Darwin أول من تعرض لدراستها دراسة علمية وذلك منذ عام ١٨٤٢م[1] . وقد صنف داروين الظواهر التى تبدو عليها أشكال المستعمرات المرجانية فيما يلى : —

١ — الجزر الحلقية المرجانية : Atolls

وهى عبارة عن جزر تتألف من حيوان المرجان ، ذات ارتفاع محدود فوق سطح مياه البحر ، وتحصر بينها بحيرة مستنقعية واسعة ضحلة ، وقد تتصل هذه البحيرة بمياه البحر بواسطة فتحات ضيقة ضحلة تفصل بين هذه الجزر المرجانية .

(1) C. Darwin, "Voyage of the Beagle", (London) 1842.

ب — الحواجز الحدية : Fringing Reefs

وهذه تتألف من حواجز مرجانية تظهر فوق سطح الماء فى أوقات الجزر . وتتمثل هذه الحواجز على طول خط الساحل نفسه أو تقع بجواره ، ويتراوح متوسط عرضها (من خط الساحل إلى داخل البحر) نحو ميل واحد ، وتتميز هذه الحواجز بأن لها انحدار بسيط متجه صوب البحر .

جـ ـ الحواجز السدودية : Barrier Reefs

وهى تشبه الحواجز السابقة من حيث تكوينها وشكلها العام إلا أنها تختلف عنها من حيث الموقع ذلك لأنها تقع غالباً على بعد عدة أميال من خط الساحل ، بل وقد تنفصل عن الساحل بواسطة البحيرات المستنقعية الضحلة . ومن أشهرها الحاجز المرجانى العظيم فى شمال شرق أستراليا .

ويعيش المرجان عادة فى جماعات ويكون مستعمرات عظمى تتألف من مجموعات متعددة من حيوانات المرجان الفردى polyps أو تلك المركبة . وينمو المرجان بمياه البحر أفقياً أو رأسياً ، ويلاحظ أن الفرق بين المرجان الميت والآخر الحى ، هو أن النوع الأول يكون غالبـــاً متحجر أو مسمنت Cemented ويختلط به تجمعات هائلة من الطحالب الجيرية والكلسية منها تلك المعروفة باسم Nullipores .

ويتوقف سرعة بناء الحواجز المرجانية على مدى نمو حيوان المرجان وتكاثره والذى يستمد غذاؤه من بعض الكائنات البحرية مثل الطحالب . ويحتاج المرجان إلى بيئة بحرية خاصة بحيث لا تقل درجة حرارة المياه عن ٦٨°ف وعلى ذلك كان نمو الجزر الحلقية والحواجز المرجانية مقصوراً على المسطحات المائية فيما بين دائرتى عرض ٣٠° شمالا وجنوباً ، اللهم إلا فى بعض الحالات الخاصة حيث قد يتأثر نمو المرجان بمرور التيارات البحرية الدفيئة . ومن المستعمرات المرجانية التى تتبع المجموعة الاخيرة ، هى تلك التى تتمثل حول جزيرة برميودا Bermudas حيث تأثرت بمياه تيار الخليج الدفىء . ولذا يغلب تكوين الجزر والحواجز

المرجانية على طول السواحل الغربية للمحيط الأطلسى عنها إذا ما قورن بتوزيعها على السواحل الشرقيــة للمحيط ، حيث تتعرض السواحل الأولى لفعل التيارات البحرية الدفيئة .

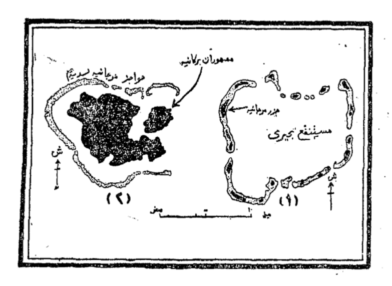
ويلزم أن تكون المسطحات المائية التى ينمو فيها المرجان صافية ونسبة الأملاح بها كبيرة . وعلى ذلك لا ينمو المرجان عند مصبات الأنهـار حيث تصب الأنهار فى مياه البحر كميات هائلة من الطمى والطين تعرقل نمو المرجان ويعظم نمو المرجان عادة على الشواطىء البحرية التى تتعرض لتلاطم الأمواج وتأثير المد ، والتيارات البحرية الدفيئة . وقد أثبتت الدراسات البيولوجية أن التيارات البحرية تمد المرجان الحى بكميــات كبيرة من الأكسجين والغـذاء اللازم لنموه . ولا يستطيــع المرجان البقاء طويلا فوق سطح الماء وأن يتعرض للهواء الخارجى ، وعلى ذلك لا يظهر المرجان عادة فوق مستوى سطح الجزر أو المد المنخفض . ويحتاج المرجان كذلك إلى ضوء الشمس ولا ينمو عادة على أعماق تبعد عن ٢٥ قامة من سطح الماء .

وعلى طول الساحل الغربى للبحر الأحمر بجمهورية مصر العربيــة تنتشر المستعمرات المرجانية فيما عدا المسطحات المائية التى تقع عند مصبات الأودية. ومن أشهر الحواجز المرجانية تلك التى تتمثل عند شط فرسان ، وقد أثبتت الدراسات البيولوجيــة تنوع العائلات السمكية المختلفــة الألوان والأشكال بالشعاب المرجانية ويوجد بالمتحف البيولوجى الأقيانوغرافى بالغردقة مجموعات نادرة من هذه العائلات السمكية .

الجزر المرجانية الحلقية

يطلق تعبير « الجزر المرجانية الحلقية » على مجموعات الجزر التى ترجع نشأتها إلى تراكم حيوانات المرجان ومستعمراته بحيث تكون الشكل العام لهذه الجزر . ويعظم انتشار هذه الجزر فى المحيط الهادى ، ويلاحظ أنها تظهر على

شكل حلقة دائرية تحصر بينها مستنقع بحرى كما هو الحال مثلا بالنسبة لجزيرة فانيكورو (مجموعة جزر كارولين بالمحيط الهادى) أو قد يتوسطها مصهورات بركانية عظمى كما هو الحال بالنسبة لجزيرة كوهاس بالمحيط الهادى: (شكل٥٦)



(شكل ٥٦) الجزر المرجانية الحلقية: ١ ـ جزيرة فانيكورو ـ من مجموعة جزر كارولين .
٢ ـ جزيرة مرجانية سدية ، جزيرة كوهاس .

وقد تبين أن كل الجزر المرجانية بالمحيط الهادى تقع فوق صخور نارية بركانية إلا أن هذه المصهورات الأخيرة لا يزد منسوبها عن ١٥ قدم فوق مستوى سطح البحر وعلى ذلك هيئت فى نفس الوقت للمستعمرات المرجانية بيئة صالحة لنموها وتكاثرها (خاصة الجزر الواقعة فى المياه المدارية وتتعرض لفعل تلاطم الأمواج) . وتبعاً لانخفاض منسوب هذه الجزر عن مستوى سطح البحر ، فيطلق عليها البحارة اسم الجزر المنخفضة (low Islands) تمييزاً لها عن الجزر البركانية المرتفعة .

وعلى ذلك تتألف الجزر المرجانية من الصخور الجيرية التى من أصل عضوى ، وتتكون هذه الصخور خلال مدة طويلة من الزمن تبعاً لاندثار الكائنات البحرية التى تستخلص الجير من مياه البحر خاصة حيوانات المرجان .

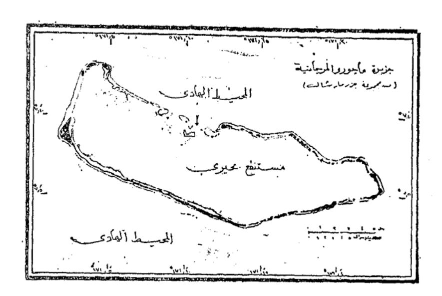
(المرجان الفردى polyps ـ المرجان الرخو ومن عائلاته ميلا بورا Millepora وهليبورا Heliopora والمرجان المتشعب الأفرع Bryozoans)

وتختلف الجزر المرجانية الحلقية فيما بينها من حيث الحجم ، إلا أنها تتشابه جميعاً فى خاصية أساسية وهى انخفاض منسوبها بالنسبة لمستوى سطح البحر ، كما أنها تبدو على شكل أشرطه قوسية من الأراضى المستوية السطح تكون مع بعضها حلقة متسعة تحصر بينها بحيرة مستنقعية ضحلة Lagoon ويوضح شكل ٥٧ ، نماذج متنوعة للجزر المرجانية الحلقية بالمحيط الهادى . (جزيرتا راتانوجا ، وتونجاريفا) من مجموعة جزر كوك (وجزيرة آفيا ـ إحدى جزر واليس) .



(شكل ٥٧) نماذج لبعض أنواع الجزر بالمحيط الهادى

ولا تولف الجزر المرجانية الحلقية دائرة هندسية دقيقة الشكل، بل غالباً ما يبدو أحد أقطارها أعظم طولا من بقيه الأقطار الأخرى. ومن أمثلة ذلك جزيرة ماجورو (من مجموعة مارشال) . وجزيرة كانتون Canton ـ(إحدى مجموعة جزر فيونكس Phoenix) . وتنفصل أشرطة الجزر المرجانية الحلقية عن بعضها بواسطة مداخل بحرية ضيقة ضحلة (تعرف باسم موتس Motus ، وقد يرتفع فيها منسوب المياه إذا ما تعرضت هذه المضايق لعمليات الهبوط التدريجى . وتبعاً لضيق عرض الجزر المرجانية فان مساحة أراضى هذه الجزر الحلقية المرجانية تعد بسيطة جداً إذا ما قورنت بمساحة البحيرة الداخلية التى تنحصر بين أشرطة هذه الجزر (شكل ٥٨) .



(شكل ٥٨) جزيرة ماجورو المرجانية الحلقية (مجموعة جزر مارشال) .

وتبعاً لأنخفاض منسوب سطح الجزر المرجانية الحلقية عن مستوى سطح البحر المجاور ، فمن أهم مشاكل الحياة فوق هذه الجزر هو كيفية الحصول على المياه العذبة اللازمة للسكان . فمن الطبيعى أن أى مياه جوفية بهذه الجزر تكون شديدة الملوحة تبعاً للتركيب الصخرى للجزر . ونادراً ما تتمثل أنهار دائمة فوق الجزر المرجانية أو مستنقعات تحتوى على بعض المياه العذبة ذلك لأن الجزر تتعرض دائماً لموجات البحر العالية (تبعاً لإنخفاض منسوبها) كما أن الأمطار الساقطة فوقها سرعان ما تتسرب فى الصخور الجيرية العظمية المسامية.

ولكن قد تتمثل بعض أشجار المانجروف على الحواف الحدية لبعض الجزر المرجانية خاصة إذا ما اختلطت الصخور الجيرية برواسب طينية أو رملية أو مواد عضوية أخرى تقذفها الأمواج أو الرياح أو تتركها الطيور البحرية كما هو الحال بالنسبة لأشجار المانجروف التى تحيط بجزيرة هوب المرجانية ـ حاجز استراليا العظيم) ـ (لوحة ١٧) .

وقد تتعرض البحيرة الداخلية لعمليات الرفع التدريجى ومن ثم تتكون جزر



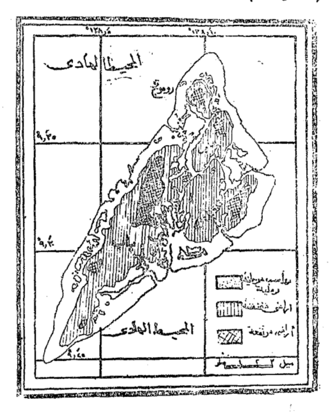
(لوحة ١٧) جزيرة هوب ـ حاجز أستراليا العظيم ـ لاحظ نمو بعض غابات المانجروف التي تحيط أشجارها بالرواسب الحصوية .

مرجانية حلقية مرتفعة Raised atoll islands ، وهنا تصبح إمكانية العثور على المياه الجوفية العذبة أمراً أقل صعوبة عما هو الحال فوق الجزر المرجانية المنخفضة المحدودة المساحة . ومن أمثلة الجزر المرجانية الحلقيـــة المرتفعة ، جزر ماكاتيا Makatea ونوارو Nauru ، وجونستون Johnston ، وبيكر Baker ، وهاولاند Howland ومرقص Marcus ، بالمحيط الهادى .

وقد تحتوى أعالى بعض الجزر البركانية العالية على تكوينات من الصخور الجيرية المرجانية وإن دل ذلك على شىء فانما يدل على أن هذه الجزر البركانية كانت فى بداية نشأتها قريبة من مستوى سطح البحر وتكون فوقها بعض المستعمرات المرجانية ، ثم تعرضت بعد ذلك لعمليات الرفع التدريجى . ومن أمثلة هذه المجموعة من الجزر ، جزيرة جوام Guam .

وقد أطلق بعض الكتاب تعبير « الجزر المركبة Complex Islands » على تلك الجزر البركانية التى تعرضت لعمليات الرفع التكتونية داخل نطـاق المستنقع

البحيرى الداخلى Lagoon . إلا أن البعض الآخر يفضل أن يطلق على مثل هذه الجزر اسم « جزر حلقية شبه مرجانية Almost atolls » . ومن أجمل أمثلة هذه الجزر شبه المرجانية ، مجموعة جزر ياب بالمحيط الهادى (١٣٨٫٥° شرقا ٩٫٣٠° شمالا) . وتتألف هذه الجزر (ياب — توميل — ماب — رومونج من صخور بركانية تعرضت لعمليات الرفع التدريجى ، ويختلف منسوبها من منطقة إلى أخرى حيث تتمثل أراضى مرتفعة (٨٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر) وأخرى منخفضة (أقل من ٣٠٠ قدم فوق مستوى البحر) ، وتحيط هذه التكوينات البركانية المستعمرات المرجانية والتى تمتد على شكل حلقة مثلثة الشكل بحيث تمثل جزيرة توميل رأس المثلث وجزيرتا رومونج وياب قاعدة المثلث (شكل ٥٩) .

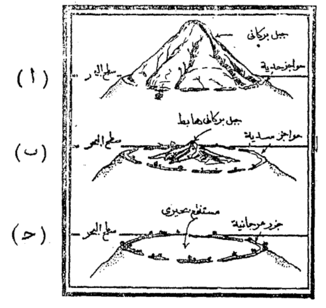


(شكل ٥٩) مجموعة جزر ياب بالمحيط الهادى

نشأة الجزر المرجانية الحلقية

إختلفت الآراء فيما يختص بتفسير نشأة الجزر المرجانية الحلقية ، وتعد أقدم التفسيرات تلك التي رجحها العالم تشارلس داروين Charles Darwin في كتابه Voyage of the Beagle عام ١٨٤٢ م.[1] وقد لاحظ داروين أن هنالك علاقة مترابطة بين كل من الجزر المرجانية والحواجز الحدية والسدية المرجانية ، ووقوعها فوق المصهورات البركانية. وقد رجح داروين أن نشأة الجزر الحلقية المرجانية تمر بدورة خاصة تتلخص فيما يلي : —

ا — **المرحلة الاولى** : في هذه المرحلة يبني المرجان مستعمرات عظمى له على جوانب المصهورات البركانية أو الجزر المرجانيـة بالمحيط وخاصة في المياه المدارية التي تناسب نمـوه . وعلى ذلك تبدو هـذه المستعمرات المرجانية على شكل حواجز مرجانية حدية Fringing Reefs (شكل ٦٠ا)



(شكل ٦٠) نشأة الجزر المرجانية حسب تفسير شارلس داروين

1 - Darwin, C., (Voyage of the Beagle — The structure and distribution of coral reefs, London, 1842.

ب — **المرحلة الثانية** : وتتعرض الجزيرة البركانية خلالها لعمليات الهبوط التدريجي بينما ترتفع الحواجز المرجانية الحدية إلى أعلى تبعا لمدى سرعة حركة هبوط الكتلة البركانية الوسطى . وعلى ذلك تصبح الحواجز المرجانية الحدية على شكل حواجز مرجانية سدودية Barrier Reefs . شكل ٦٠ ب) .

جـ — **المرحلة الثالثة** : تتعرض الجزيرة البركانية خلال هذه المرحلة الأخيرة لعمليات الهبوط التدريجي المستمر إلى أن تتلاشى الجزيرة البركانية تماما ، بينما تنمو فوق أعاليها المستعمرات المرجانية وتتخذ شكل أشرطة قوسية تؤلف كلها مجتمعة حلقة شبه دائرية الشكل وتحصر بينها بحيرة داخلية ضحلة ، وتنفصل الأشرطة القوسية فيما بينها بواسطة فتحات بحرية ضحلة ضيقة . (شكل ٦٠ جـ) .

وكان من أظهر أنصار نظرية داروين ، العالم الجيومورفولوجي وليم موريس دافيز W. M. Davis (١) ، وعمل على تدعيم هذه النظرية بالدراسات العملية التجريبية . وقد أكدت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة تعرض أواسط بعض الجزر البركانية ــ المرجانية لعمليات الهبوط التدريجي فقد تبين من أعمال الحفر الجيولوجي بجزيرة بيكيني Bikini المرجانية على وجود صخور جيرية مختلطا بها بعض حفريات الزمن الثالث عند عمق ٢٥٥٦ قدم من سطح البحر . واستنتج الباحث «لاد» H. S. Ladd عام ١٩٤٨ أن الصخور البركانية القاعدية التي ترتكز عليها جزيرة بيكيني تتمثل على عمق ٨٠٠٠ قدم . وعلى ذلك إذا كانت الكائنات المرجانية قد نمت بسرعة لكي تكون مثل هذا السمك العظيم ، فيمكن أن نستنتج في نفس الوقت كذلك أن هذا الجزء من المحيط قد تعرض لعمليات الهبوط التدريجي .

---

1 - Davis, W. M., (The coral reef problem), Amer. Geol Soc., Spec. Publ. No. 9., (1928)

أما سير جون ماري Sir John Murray فقد اعتقد أن المستعمرات المرجانية تنمو من أسفل إلى أعلى خاصة في الفتحات البحرية الضحلة ، والتي تمثل بدورها بيئة صالحة لنمو العائلات المرجانية . وقد أوضح كذلك أن المرجان يعظم نموه في المراكز الوسطى من مناطق تجمعه ، أما عند أطراف المستعمرات المرجانية فيتعرض حيوان المرجان للهلاك تبعاً لقلة الغذاء ، وعلى ذلك يتعرض هيكل المرجان لعمليات الإذابة المستمرة . ووفقاً لهذا التفسير أعتقد «ماري» أن نشأة البحيرة الداخلية الضحلة ترجع إلى أثر عمليات ذوبان المرجان وتجمع المفتتات المرجانية بها . ولا يحتاج تفسير نشأتها إلى حدوث عمليات هبوط قاع البحر أو إرتفاعه . بينما إرتفعت أشرطة الجزر المرجانية القوسية تبعاً لعظم نمو المرجان في هذه الأجزاء . وكان من أنصار هذا الرأي الملاح البيولوجي المشهور الكسندر أجازيز Alexander Agassiz .

إلا أن الباحث فوجهان T. W. Vaughn أكد بعد دراساته لتجمعات المرجان الميت في منطقة ساحل فلوريدا Florida Keys ، بأن عملية إرساب الجير lime deposition أعظم بكثير من عملية ذوبانه ، ويعزى ذلك إلى النسبة الضئيلة جداً من ثاني أكسيد الكربون بالمياه . واعتقد فوجهان أن عملية ذوبان الحجر الجيري المرجاني بمياه البحر دون وجود نسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون يعد أمراً غير مقبول من الناحية العلمية .

وفي عام ١٩١٠ رجح الباحث الأمريكي « دالي » R. A. Daly (1) نظرية أخرى تفسر نشأة الجزر المرجانية الحلقية، ثم أكد آراؤه من جديد في كتابه عن « أرضية المحيطات » عام ١٩٤٢ . فقد لاحظ « دالي » أن معظم المستنقعات البحيرية التي تنحصر بين الجزر المرجانية الحلقية ذات أعماق متشابهة تقريباً

---

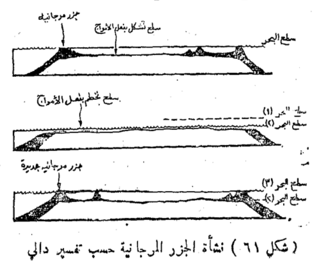
1 - a — Daly, R. A , (Pleisto cene glaciation and the coral reef problems) Amer. Jour. Ser 4 vol. 30 (1910), 297 - 308.

b — Daly. R. A., (The floor of the Ocean), Univ. of North Carolina Press, 1942.

c — Daly, R. A., (Origin of coral reefs) Amer. Jour. Sc, vol. 31, 1936), 401 - 402.

حيث يتراوح أعماقها من ١٥٠ — ٢٥٠ قدم . كما أن بعض القمم الجبلية العالية ، لبعض الجزر البركانية (مثل جزيرة هاواى) تعرضت للتعرية الجليدية البلايوستوسينية . وعلى ذلك اعتقد دالى أن المياه التى تحيط بالجزر خلال عصر البلايوستوسين كانت أعظم برودة وأقل ملوحة (تبعاً لذوبان الجليد وتراكمه فوق أعالى بعض الجزر) عن المياه الحالية . وهى خصائص من الصعب أن تنمو فيها أى مستعمرات مرجانيــة وإذا كان هـذا الرأى صحيحاً ، فان المستعمرات المرجانية حول جزر هاواى وغيرها من الجزر لا بد وأن تكون قد نشأت بعد عصر البلايوستوسين وعند بداية العصر الحديث .

وعندما حسب دالى حجم الكتل الجليدية التى تجمعت فى البحار والمحيطات خلال عصر البلايوستوسين تبين له أن هذا الجليد أدى إلى إنخفاض منسوب سطح البحر بنحو ٣٠٠ قدم عما هو عليه اليوم ومعنى ذلك أن المستعمرات المرجانية التى بدأ تجمعها بعد نهاية عصر البلايوستوسين تكونت فى مياه يكثر بها نسبة الصلصال تبعاً لتلاطم الأمواج فى الرواسب الحديثة التجمع ، كما أنها لم ترتفع عن سطح الأرض إلا بنحو بضعة أقدام محدودات ، وعندما أخذ مستوى سطح البحر فى الإرتفاع التدريجى تمكنت بعض المستعمرات المرجانية من المقاومة فى سبيل البقاء وذلك بتكاثرها السريع وبناء مستعمرات عظمى وأخذت ترتفع إلى اعلى مع حركة إرتفاع مستوى سطح البحر. (شكل ٦١).



(شكل ٦١) نشأة الجزر المرجانية حسب تفسير دالي

وحسب رأى دالى تعتبر المستنقعات البحيرية التى تقع بين أشرطـة الجزر المرجانية، أخواضاً أخذت تتجمع فيها الرواسب والمفتتات الصخرية والعضوية التى أرسبتها الأمواج. ويتناسب أعماق هذه المستنقعات تناسباً طردياً مع مساحتها ومدى إتساعها. فكلما إزدادت مساحتها إزداد عمقها والعكس صحيحاً :

إلا أن هناك بعض النقاط التى لم تستطع نظرية دالى تفسيرها وتتلخص فيما يلى :—

ا – أثبتت عمليات الحفر borings فى الصخور خاصة فى جزر فونا فوتى Funafuti وبيكينى Bikini ، أن هناك تكوينات من الصخور الجيرية المرجانية على أعماق ٣٠٠٠ قدم وترجع نشأتها إلى الزمن الثالث .

ب – أكدت الأبحاث الأقيانوغرافية حدوث حركات الهبـوط فى أواسط بعض مجموعات الجزر البركانية .

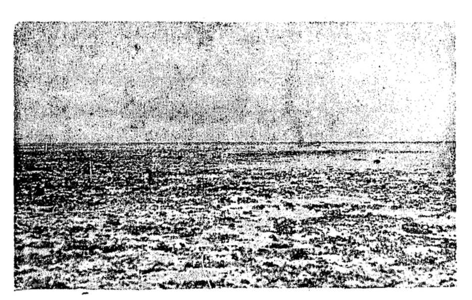
جـ – لا ترجع كل المستعمرات المرجانية المحيطية بالجزر إلى العصر الحديث فقط .

د – لم تفسر آراء دالى كيفية تكوين المستعمرات المرجانية فوق قمم الجزر البركانية العالية .

أما فيما يتعلق بالحواجز المرجانية فهذه تنتشر فى بعض المسطحات المائية المدارية خـاصة بالمحيطين الهـادى والهنـدى . أما فى المحيط الأطلسى فتظهر الحواجز المرجانية حول بعض جزر الهند الغربية وبجوار أجزاء من الساحل الشمالى الشرقى للبرازيل . ومن الحواجز المرجانية التى تخرج نسبياً عن نطـاق المياه المدارية ، حواجز برميودا ، والتى نشأت بمساعدة مياه تيـــار الخليج الدفىء .

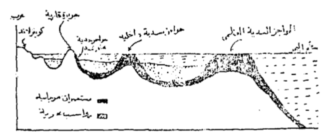
ولكن أعظم هذه الحواجز جميعاً هو الحاجز المرجانى العظيم الذى يقع شمال شرق استراليا ، ويبدأ من أقصى شمال سـاحل كويترلاند وتنتشر أطرافـه

الشمالية فى مياه مضيق تورس Torres Strait ، ثم يسير جنوباً بمحاذاة ساحل كوينزلاند لأكثر من ١٠٠٠ ميل ويبلغ أقصى إتساع الحاجز أمام بلدة ماكاى Mackay حيث يبلغ عرض الحاجز بالقرب من خط الساحل إلى نهايته فى البحر مسافة طولها نحو ١٥٠ ميلا . ويتألف هذا الحاجز العظيم من حواجز ثانوية مختلفة الأشكال والحجم وتشغل معظم الرفرف القارى لساحل كوينزلاند. وتبتعد الحواجز الحدية فى شمال الحاجز عن ساحل كوينزلاند بنحو ٣٠ ميلا ، إلا أن الحاجز يقترب من الساحل كلما اتجهنـــا صوب الجنوب حيث يبتعد الحاجز الحدى عن خط الساحل أمام رأس ميلفيل Melville بنحـو ٧ أميال فقط ، وتتلاشى أطراف الحاجز جنوباً عند دائرة عرض ٢٥° جنـوباً إلى الشمال مباشرة من مارى برا Maryborough . ولا يتألف الحـاجز المرجانى الاسترالى العظيم من حيوانات المرجان الحفرية القديمة فقط ، بل تنتشر فوقه كذلك حواجز تتألف تماما من الشعاب المرجانية الحية ومن أشهر هذه الحواجز تلك المعروف باسم حاجز أرلينجتون Arlington أمام ساحل كوينزلاند (لوحة ١٨).



(لوحة ١٨) مورفولوجية حاجز أرلينجتون ــ حاجز استراليا العظيم ــ (لاحظ بعض السكائنات المرجانية الحية فوق سطح الماء) .

وقد رسم لهذا الحاجز المرجانى العظيم قطاعات غرضيــة تفصيلية توضح شكله العام والصخور التى يرتكز عليها ، وتبين أن الحاجزيتألف من حواجز سدية عظمى تشغل مقدمات الرفرف القارى وتمثل فى نفس الوقت الاطراف الحدية للحاجز صوب البحر ، وكذلك مجموعات أخرى من الحواجز السدية الداخلية الثانوية وحواجز حدية أو هامشيــة تنحصر كلها بين الحواجز السدية العظمى فى الشرق من ناحيــة وخط ساحل كوينزلاند فى الغرب من ناحية أخرى (شكل ٦٢) .



(شكل ٦٢) قطاع تخطيطى للحاجز المرجانى العظيم ، بشمال شرق أستراليا :

الباب السادس

الفصل الرابع عشر :

السواحل البحرية ، وكيفية تصنيفها جيومورفولوجيا الى مجموعات مختلفة .

الفصل الخامس عشر :

الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات .

الفصل الرابع عشر

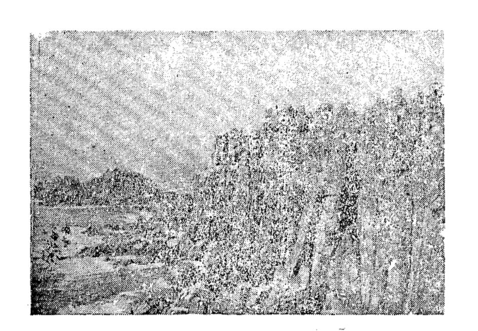
السواحل البحرية، وكيفية تصنيفها جيومورفولوجيا إلى مجموعات مختلفة

كل « شواطيء » [1] البحر وسواحله الحالية ما هى إلا نتاج التطور الذى حدث ومازال يحدث نتيجة لتقدم البحر وتقهقره عن الأرض المجاورة له. فيؤدى إرتفاع مستوى سطح البحر أو إنخفاض الأرض إلى انغمار أجزاء كبيرة من ظاهرات سطح الأرض والتى قد تكون نشأت أصلا بفعل عوامل التعرية الهوائية الأخرى. وانغمار الأرض تحت مياه البحر بهذا الشكل قد يساعد على تكوين « سواحل » [2] بحرية أهم ما يميز مظهرها الجيومورفولوجى العام هو تشكيلها بواسطة الخلجان Bays، والمضايق البحرية Estuaries والفيوردات Fjords والمعابر الأرضية Straits. وقد يفصل بين هذه الظاهرات

١ — يقصد بتعبير « شاطيء البحر »، Coast، تلك الأراضى التى تمتد وراء الجروف البحرية Marine Cliffs التى تشرف على الساحل، ويعتبر منسوبها فى معظم الأحيان أعلى من مستوى خط الساحل المجاور.

٢ — يقصد بتعبير « سواحل البحر » Shores، مناطق التقاء مياه البحر بأراضى اليابس. أما تلك المناطق التى تتشكل باختلاف ارتفاع مستوى سطح البحر تبعاً لتأثير فعل المد والجزر تعرف باسم السواحل الأمامية « Fore shores »، بينما تلك التى تمتد فيما وراء هذه المناطق السابقة وتنحصر بينها من جهة وبين الجروف البحرية من جهة أخرى فيطلق عليها تعبير السواحل الخلفية « Back shores ».

المختلفة أشباه الجزر الأرضية . وعلى طول السواحل السهلية الإنخفاضية Coasts of Submergence قد تنشأ كذلك خلجان واسعة عظيمة الامتداد مثل خليج أستراليا الكبير في جنوب أستراليا وخليج هدسن في شمال قارة أمريكا الشمالية . أما إذا انخفض منسوب سطح البحر أو ارتفع سطح اليابس والرفارف القارية Continental Shelves المجاورة أو كليهما معاً ، فينجم عن هذه العملية تقهقر أو تراجع البحر خلفياً ، وتظهر بالتالي أراضي جديدة تضاف إلى اليابس كانت تمثل من قبل أجزاء من قاع البحر . وكثيراً ما تتغطى هذه الأراضي الجديدة (خاصة إذا كانت حديثة العمر الجيولوجي) بكميات هائلة من الرواسب البحرية ، ويطلق عليها تعبير السواحل البحرية المرتفعة Coasts of Emergence والمدرجات البحرية Marine Terraces (لوحة ١٩)



(لوحة ١٩) مدرج بحرى تقطعه الأمواج على حساب تراجع الجروف البحرية — منطقة لاجولا — كاليفورنيا

ويجدر أن نشير كذلك إلى أن منسوب سطح البحيرات الكبرى على اليابس قد يتذبذب كذلك من وقت إلى آخر ، وقد ينجم عن ذلك تشكيل سواحل هذه البحيرات بظاهرات جيومورفولوجية تشبه تلك التي تتكون على طول

السواحل البحرية والمحيطية . وعلى سبيل المثال تعرض منسوب مياه بحيرة كيفو Kivu للارتفاع التدريجي في عصر جيولوجي سابق نتيجة لتراكم كميات عظمى من اللافا والمصهورات البركانية في قاع البحيرة ، ومن ثم غطت الأراضي المجاورة لشواطىء البحيرة ، وتشكلت سواحل بحيرة كيفو ببعض الظاهرات الجيومورفولوجية التي تتكون عادة على طول السواحل البحرية المنخفضة . أما إذا تعرض سطح البحيرة للانخفاض التدريجي كما يحدث ذلك في بحيرة سولت ليك Great Salt Lake في ولاية يوتاه بالولايات المتحدة الأمريكية تبعاً لزيادة كمية المياه المفقودة بالتسرب والتبخر عن تلك المكتسبة من التساقط أو من المياه التي تصبها الأنهار ، فتساعد هذه العملية على تكوين شواطىء بحيرية مرتفعـــة ، تظهر على شكل مدرجات بحيرية وتغطى بعض أجزائها بالرواسب البحيرية . وتتمثل هذه الحالة في المدرجات البحيرية باقليم الفيوم التي نتجت تبعاً لانخفاض مستوى سطح مياه بحيرة قارون ، وانكماشها التدريجي .

وإلى جانب العـوامل المختلفة التي أدت إلى نشأة السواحل البحرية ، فيلاحظ أن الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية ، تتنوع من حيث الشكل والحجم والتوزيع الجغرافي تبعاً لما يلي : —

ا — تأثير فعل كل من المد والجزر والتيارات البحرية والأمواج .

ب — طبيعة الساحل وتركيبه الصخري .

ويعتبر عامل اختلاف التركيب الصخري Lithological Variation من أهم العوامل التي تشكل المظهر الجيومورفولوجي العام لخط الساحل . فاذا كانت الجروف البحرية التي تشرف على خط الساحل تتألف من طبقات صخرية صلبة متراكبة فوق طبقات صخرية لينة ، وأنها تمزقت وتشققت بفعل الشقوق الكثيفة Heavily Cracked and Jointed فتتآكل الصخور اللينة

بسرعة بفعل تكسر الأمواج وتلاطمها ، وسرعان ما تنزلق الكتل الصخرية أو تنهار وتتساقط من أعالي الجروف البحرية لتقدم إلى البحر رواسب قارية جديدة تتجمع فوق أرضية قاعه . ويعظم فعل التعرية وتتأثر كل الجروف البحرية بسرعة إذا كانت المادة اللاحمة لصخور هذه الجروف ضعيفة التماسك كما هو الحال في معظم أجزاء سواحل كل من شرق انجلترا ، وسسكس Sussex ، وهامبشير Hampshire . فعندما تتعرض جروف هذه السواحل لفعل التعرية البحرية تنهار صخورها بسرعة ذلك لأنها تتألف من صخور بلايوسينية وبلايوستوسينية لينة غير متماسكة .

ولكي ندرك مدى سرعة التعرية البحرية على طول السواحل الشرقية لانجلترا فقد أوضح الأستاذ ستيرز Steers, 1953 [1] بأن مقدار التراجع الخلفي لساحل إقليم هولدرنس Holderness في شرق انجلترا ، بلغ نحو ٢١٥ قدماً في نحو ٣٧ عاماً ، أو بما يعادل تراجع خط الساحل نحو ٦ أقدام سنوياً . كما وتتراجع السواحل خلفياً بسرعة ملحوظة ، إذا كانت تتألف صخورها من الغبار والرماد البركاني الرخو الضعيف التماسك Soft Volcanic Ash ، كما هو الحال بالنسبة لسواحل جزيرة كراكاتوا Krakatoa (فيما بين سومطره وجاوه) . وقدر الأستاذ أمجروف Umbgrove عام ١٩٥٤ أن هذا الساحل يتراجع في بعض أجزائه بمعدل ١٠٠ قدماً سنوياً خاصة في أجزاء الساحل التي تتألف من الرماد البركاني الضعيف التماسك . وإذا استمر فعل الأمواج في تفتيت صخور الساحل فلا بد وأن تنقل هذه المفتتات بعيداً عن أقدام الجروف البحرية . أما إذا لم تستطع الأمواج وحركة التيارات البحرية على حمل هذه المفتتات ، بالتالي تكون الرواسب الأخيرة حاجزاً حصوياً يعرقل فعل نحت الأمواج وتخفيف مدى هدمها لصخور الساحل .

وإذا كانت الجروف البحرية تتركب من طبقات صخرية لينة تقع أسفل طبقات صخرية صلبة ، فقد يساعد هذا التركيب الجيولوجي حدوث عمليات

---

(1) Steers, J. A., "The sea coast", London, 1953.

الانزلاق الأرضى Landslides والتى تساعد بدورها على تراجع الجروف البحرية، واستمرار تآكلها بفعل التعرية البحرية. وتتمثل هذه الحالة فى بعض أجزاء من سواحل إقليم كيئينيس بانجلترا وكذلك فى بعض أجزاء من ساحل منطقة سيتون Seaton فى دفون شير Devonshire بجنوب غرب انجلترا .

وتبعاً لتعدد العوامل التى تؤثر فى تشكيل المظهر الجيومورفولوجى للسواحل، ومدى تراجع الجروف والحوائط البحرية تنوعت الظاهرات الجيومورفولوجية على طول سواحل القارات ، واختلاف مظهرها العام من جزء إلى آخر تبعاً للظروف المحلية الخاصة بكل ساحل . وعندما يعظم فعل تراجع الجروف خلفياً Cliff Recession، تترك الجروف أمامها سهولا أومدرجات بحرية مستوية السطح (لوحة رقم ١٩) ؛ كما هو الحال بالنسبة للمدرجات البحرية فى منطقة لاجولا ، بساحل كاليفورنيا .

وإذا كانت الجروف البحرية تتركب من طبقات صخرية صلبة متراكبة فوق صخور لينة ، سرعان ما تعمل الأمواج على نحت الصخور السفلى اللينة ، ومن ثم تنكشف مناطق الضعف الجيولوجى فيها ، وبمرور الزمن تتسع هذه الفتحات وتتكون ظواهر خاصة مثل الفجوات البحرية والكهوف البحرية[1] .

وقد تعمل الأمواج على استمرار تآكل الصخور اللينة ، ومن ثم يختل توازن الصخور العليا الصلبة وتتعرض لعمليات السقوط والانزلاق . وإذا تصادف أن تتكون فجوتان متجاورتان فى اتجاهين متضادين . فقد تعمل الأمواج على التحامها ببعضها ، وتتكون ظاهرة القوس البحرى Arch or Sea Bridge أما إذا اختل توازن أسقف القوس البحرى ، وانهارت صخوره ، تنفصل ألسنة الجروف الصخرية ، وتتكون المسلات البحرية Sea Stacks .

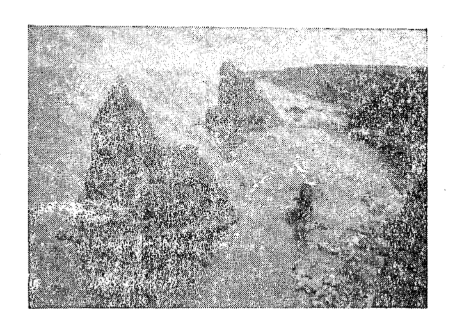
ومن أجمل أشكال المسلات البحرية ، تلك التى تتكون فى الطبقات الطباشيرية على طول بعض أجزاء من السواحل الغربية لجزيرة وايت Isle of Wight بانجلترا

---

(1) Steers, J.A., "The sea Coast" London, 1953.

ب — حسن أبو العينين : أصول الجيومورفولوجيا — دار المعارف — الاسكندرية — ١٩٦٦ الطبعة الثالثة — مؤسسة الثقافة الجامعية — ١٩٧٦

وخاصة مسلة النيدل The Needles . والمسلات البحرية التي تتكون في صخور الحجر الرملي الأحمر القديم Old Red Sandstone ، على سواحل أوركني Orkneys بشمال انجلترا ، وعند رأس دنكاسبي ، باقليم كيثينيس Caithness بانجلترا . (لوحة ٢٠) .



(لوحة ٢٠) مسلة بحرية انفصلت عن الجروف البحرية المجاورة والتي تتألف من الحجر الرملي الأحمر القديم — رأس دنكاسبي — اقليم كيثينس — انجلترا

كما تتمثل المسلات البحرية أمام ساحل مدينة بيروت (لبنان) بأشكال مختلفة ، وأكبرها حجماً تلك المعروفة باسم « الروشة » . وتظهر المسلات البحرية كذلك على طول بعض أجزاء من السواحل الشمالية الغربية لجمهورية مصر العربية ، وأشهرها المسلات البحرية أمام ساحل مرسى مطروح . وفي شتاء عام ١٩٦٤ ، تعرضت قاعدة إحدى هـذه المسلات الأخيرة لفعل

الأمواج الشديدة ، ومن ثم اختل توازنها وسقطت فوق أرضية البحر .

أما إذا كانت صخور الجروف البحرية تتميز بصلابتهـا وعدم مساميتها ، وأن المادة اللاحمة لجزيئات هذه الصخور شديدة التماسك ، يقل بالتـالى أثر فعل الأمواج فى تعرية صخور الساحل ، ولكن مع هذا يستمر فعل التعرية بل ويظهر واضحاً على طول مناطق الضعف الجيولوجى التى تتمثل عادة فى فتحات الشقوق وأسطح الصدوع . وبمرور الزمن تتسع هذه الفتحات بفعل التعرية البحرية وتكون فجوات داخلية عميقة فى جوف الصخر .

من هذا العرض ، يتضح أن البحر يقوم بعدة عمليات مختلفة يشكل فيها الظاهرات الساحلية من جهة ، وأرضية قاعه من جهة أخرى بل تبعاً لاختلاف مستوى سطح البحر وتذبذبه خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، أدى ذلك إلى إختلاف أشكال البحار وطبيعة امتدادها واستمرار عمليـــات الصراع والنزاع بين اليابس والماء فى تشكيل سطح هذا الكوكب . وتقوم المياه نفسها وكذلك الأمواج والتيارات البحرية التى تحدث فيهـا بفعل الهدم أو النحت وينجم عن ذلك ميلاد ظاهرات جيومورفولوجية متنوعة تشكل المظهر العام لساحل البحر . وتعمل الأمواج كذلك على نقل مفتتات صخور الشاطىء إلى أعماق المحيط حتى يترسب معظمها فوق أرضية كل من الرفرف والمنحدر القارى . وينجم عن حركة الميـــاه الدائمة توزيع الإرسابات وإنتشارها فى الأعماق المختلفة تبعاً لحجم حبيبات هذه الرواسب من جهة والمصدر الذى تحللت أو تفتت منه من جهة أخرى . وفى الأعماق البعيدة يتشكل قاع المحيط برواسب الأوز الدقيقة الحجم . ويحسن قبل الحديث عن الرواسب المختلفة التى تشكل أرضية البحـــار أن نشير إلى التصنيفات المختلفة التى رجحت لتمييز أنواع السواحل البحرية .

تصنيف السواحل البحرية

تبعاً لتنوع أشكال السواحل البحرية وتعدد العوامل التى أثرت فى مظهرها الجيومورفولوجى العام يمكن القول أنه لم يرجح حتى الآن تقسيم جامع مانع يرمز إلى كل أنواع السواحل البحرية والتميز بين مجموعاتها المختلفة . ويمكن جمع التصنيفات المختلفة التى رجحت فى هذا الصدد فى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — تصنيفات وصفيـــة Descriptive Classification تختص بدراسة الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية ، وتقسيم مجموعات السواحل تبعاً لتنوع أشكال هذه الظاهرات .

ب — تصنيفات وضعت على أساس اختلاف نشأة الســـواحل Genetic Classification وقد عنى معظم الباحثين عند دراستهم للسواحل، ووضعهم أى تقسيم لها بالنقاط الهامة الآتية :

ا — الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية التى تشكل الساحل والشاطىء المجاور له .

ب — تذبذب مستوى سطح البحر ، والعلاقة بين ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه ، باليابس المجاور .

جـ - العوامل البحرية المختلفة التى تعمـــل على تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية خاصة ، والمظهر العام للساحل عامة .

وقد اعتمد الأستاذ سوس (Suess, (1888)[1] عند تصنيفه لسواحل البحار فى كتابه « وجه الأرض » على أساس اختلاف الظاهرات الجيومورفولوجية ومن ثم ميز نوعين رئيسيين من السواحل هما :

---

1 – Suess, E., "The face of the Earth", vol (H), 1888. English translation, 1960).

أ — **سواحل المجموعة الأطلسية** : Atlantic Type

وهى تلك التي تأثرت بحدوث حركات تكتونية نجم عنها تكوين محاور ثنيات محدبة وأخرى مقعرة تمتد عمودية على خط الساحل .

ب — **سواحل المجموعة الباسيفيكية** : Pacific Type

وهذه تتميز بأن كلا من محاور الثنيات الصخرية المحدبة والمقعرة تمتد موازية لخط الساحل نفسه . وقد اعتمد الجيولوجيون عند تصنيفهم للسواحل البحرية خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر على أساس توالى اختلاف مستوى سطح البحر والعلاقة المتبادلة بين السواحل واليابس المجاور . وقد شملت معظم تصنيفاتهم مجموعتين رئيسيتين من السواحل هما :

أ — السواحل الظاهرة أو البارزة Emergence

ب - السواحل الغاطسة أو المغمورة Submergence

ومن أقدم كتابات هؤلاء الجيولوجيين هى أبحاث الأستاذ دانا Dana, J.D (١) الذى رجح عام ١٨٤٩ أن نشأة ساحل خليج تاهيتى المتسع ترجع إلى حدوث إرتفاع مستوى البحر والذى نجم عنه إنغمار الأراضى المجاورة وتكوين خليج تاهيتى . وقد اهتم بعض كتاب القرن التاسع عشر خاصة ريشتوفن Richthofen عام ١٨٨٦ (٢) ، ووليم موريس دافيز W. M. Davis عام ١٨٩٨ (٣) . وجيلفر Gulliver عام ١٨٩٩ (٤) ، بدراسة كل من السواحل البارزة وتلك الغاطسة وتحديد أهم الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية التى تميز كلا منها وذكر أمثلة تطبيقية لها فى بعض أجزاء سواحل العالم المختلفة .

---

1 – Dana, J. D.,"Geology, U. S. exploring expedition -,,Philadelphia" (1849).

2–Richthofen, F. von, "Fuhrer fur Forshungsreisende – Janecke," Hanover, 1886.

3 – Davis, W. M,, "Physical geography» Boston, 1898.

4 – Gulliver, F. P., "Shoreline topography" Proc. Amer. Acad., Arts and Sci., 34 (1899), 151 – 258.

وفى عام ١٩٣٤ أهتم دالى R.A.Daly [1] بدراسة مراحل تذبذب مستوى سطح البحر منذ بداية عصر البلايوستوسين وأثر ذلك فى طبيعة نمو الحواجز والجزر المرجانية وامتدادها من ناحية وتكوين السواحل الظاهرة والغاطسة من ناحية أخرى . أما الأستاذ ديمارتون E. de Martonne فقد بنى تصنيفه للسواحل البحرية عام ١٩٠٩ على أساس إختلاف عوامل التعرية البحرية التى أثرت فى تشكيل المظهر الجيومورفولوجى العام لهذه السواحل . وقد لاحظ ديمارتون كذلك أن هناك بعض أجزاء من السواحل تتميز بتشكيلها بعوامل نحاتية بحرية متشابهة إلا أنها تتألف من ظاهرات جيومورفولوجية متباينة ، وعلى ذلك فقد رجح دورة نحاتية تمر بها معظم سواحل العالم خلال عمرها الجيولوجى الطويل [2] .

ويمكن أن نلخص أهم التصنيفات الأكثر شيوعاً فى هذا الصدد فيما يلى :

أولا — تقسيم جونسون D, W, Johnson

يعتبر هذا التقسيم الأساس الأول الذى كان يستخدم عند الحديث عن مجموعات السواحل منذ ظهوره عام ١٩١٩ ومازال يستخدم كذلك حتى الوقت الحاضر . وترجع أهمية هذا التقسيم إلى جمعه عديداً من السواحل المختلفة وأنه يقوم على أساس اختلاف نشأة السواحل [3] . وقد قسم جونسون سواحل البحار والمحيطات إلى ما يلى :

١ — السواحل الغاطسة أو المغمورة Submergence Coasts

وهى تلك التى غطيت بمياه البحر تبعاً لإرتفاع منسوبه من ناحية أو إنخفاض سطح الأرض من ناحية أخرى . وقد ينجم عن ذلك عدة أشكال ثانوية من السواحل تتمثل فيما يلى :

1 — Daly, R. A., "The changing world of the Ice Age", Yale Univ. Press (1934).
2 — de Martonne, E., "Traité de geographic Physique", Paris(1909).
3 — King, C. A. M., "Beaches and coasts" London, (1961), p. 235

أ — سواحل الرياس Ria Coasts ، وهى عبارة عن خلجان عميقة متجاورة ، ومن أحسن أمثلتها سواحل غرب أيرلند .

ب — سواحل الفيوردات Fjord Coasts ، ومنهـا سواحل غرب النرويج والساحل الجنوبى الغربى لشيلى .

٢ — **السواحل الظاهرة أو البارزة** Emergence Coasts

وهى تلك التى تتكون تبعا لإنخفاض منسوب سطح البحر وتراجعه خلفيا عن اليابس المجاور من ناحية ، أو تبعا لإرتفاع اليابس نفسه من ناحية أخرى.

٣ — **السواحل المحايدة** Neutral Coasts

وهى عبارة عن مجموعة محايدة من السواحل لا ترجع نشأتها إلى أثر فعل انخفاض منسوب سطح البحر أو ارتفاعه بل قد تتمثل فيما يلى :

أ — سواحل الدلتاوات . Delta Coasts

ب سواحل السهول المروحية Alluvial Plain Coasts

جـ — سواحل السهول التى تشكلت بالفرشات الإرسابية Outwash Plain Coasts

د — سواحل البراكين . Volcano Coasts

هـ — سواحل الحواجز المرجانية . Coral-reef coasts

و — السواحل الصدعية . Fault Coasts

٤ — **السواحل المركبة** Compound Coasts

ويقصد بها تلك المجموعة من السواحل التى ترجع نشأتها إلى أكثر من عامل واحد من تلك العوامل التى سبق ذكرها .

يتضح من هذا العرض ، أن تقسيم جونسون قد بنى على أساس إختلاف نشأة السواحل ، ولكن إذا طبقت أسسه بكل دقة لتبين أن نحو ٦٥ ٪ من سواحل البحار والمحيطات تتبع المجموعة الأخيرة وحـدها ، وهى السواحل

المركبة . فعلى الرغم أنه يمكن تمييز بعض مجموعات من السوحل التى قد توضع ضمن أى من مجموعتى السواحل الغاطسة أوالبارزة إلا أن معظم أجزاء هذه السواحل قد تشكلت بدورها خلال عمرها الجيولوجى الطويل بعوامل مختلفة ، مما يجعلها أقرب إلى مجموعة السواحل المركبة . وقد أكد جونسون كذلك أن أهم ما يميز السواحل المرتفعة التى أشار إليها هو إستواء سطحها وانحدارها التدريجى البسيط صوب البحر المجاور . إلا أن بوتنام Putnam عام ١٩٣٧[1] قد ميز هو الآخر بعض مجموعات من السواحل المرتفعة التى تتألف من سهول بحرية ذات انحدار شديد صوب البحر المجاور .

ثانيا ـ تقسيم شبرد E. P. Shepard

رجح شبرد هذا التقسيم عام ١٩٣٧[2] ، ثم عدل فيه بعض الشىء فى كتابه ١٩٤٨[3] وقد اعتمد شبرد فى تقسيمه على أساس اختلاف أشكال السواحل تبعا لتأثرها بعوامل التعرية المختلفة وعلى ذلك ميز بين كل من السواحل التى تكونت بفعل عوامل نحاتية قارية Terrestial Agencies وأخرى تشكلت بواسطة عوامل نحاتية بحرية Marine Processes . وبالتالى يمكن إعتبار هذا التقسيم ضمن تلك المجموعة التى صنفت على أساس إختلاف عوامل التعرية التى تساهم فى تكوين السواحل . وقد ميز شبرد عدة مجموعات ثانوية أخرى من السواحل على أساس إختلاف نشأتها . وعلى الرغم من أن هذا التقسيم قد يتصف بالتعقد تبعا لكثرة عدد المجموعات المختلفة من السواحل التى أشار اليها ، إلا أنه يعد كذلك أكثر تفصيلا عن معظم التقسيمات الأخرى التى رجحت من قبل . ويمكن أن نلخص هذا التقسيم فيما يلى :

---

1 - Putnam, W. C., "The marine cycle of erosion for a steeply sloping shoreline of emergence" Jour. Geol., vol. 45 (1937). 844 - 850.

2 - Shepard, P. F. "Revised classification of marine shorelines" Jour Geol., vol. 45 (1937), 602 - 624

3 - Shepard, F. P., "Submarine geology, New York, 1948, (1948)

المجموعة الاولى :

(سواحل تشكلت بواسطة عوامل نحاتية قارية أو غير بحرية الأصل) . وتشمل :ـ

١ ـ سواحل ترجع نشأتها الى عوامل التعرية الهوائية والانغمار ، ومنها :

ا ـ سواحل الرياس على طول ساحل دالماشيا وسواحل جنوب غرب أيرلند .

ب ـ سواحل غاطسة بفعل التعرية الجليدية .

٢ ـ سواحل ترجع نشأتها الى فعل الارساب القارى ؛ ومنها :

ا ـ سواحل تكونت بمساعدة الإرسابات النهرية والرواسب الفيضية المروحية .

ب ـ سواحل تكونت بمساعدة الإرسابات الجليدية .

جـ ـ سواحل تكونت بمساعدة الرياح .

د ـ سواحل تكونت تبعاً لتجمع النباتات الطبيعية مثل سواحل غابات المانجروف .

٣ ـ سواحل ترجع نشأتها الى فعل الثورانات البركانية ؛ ومنها :

ا ـ سواحل تكونت تبعاً لحدوث الإنفجارات البركانية .

ب ـ سواحل تكونت تبعاً لتجمع اللافا والمصهورات البركانية .

٤ ـ سواحل ترجع نشأتها الى حدوث بعض الحركات التكتونية الفجائية ومنها :

ا ـ سواحل تكونت تبعاً لحدوث حركات التصدع .

ب ـ سواحل تكونت تبعاً لحدوث حركات الرفع التكتونية .

المجموعة الثانية :

سواحل تشكلت بواسطة عوامل نحاتية بحرية ، وتشمل :—

١ ـ سواحل ترجع نشأتها الى أثر عوامل التعرية البحرية :

مثل تلك التى تتكون تحت أقـدام الجروف البحرية ، تبعـاً لإستمرار تراجعها الخلفى .

٢ ـ سواحل ترجع نشأتها الى أثر فعل عوامل الارساب البحرى ، ومنها :

ا ـ سواحل تتميز ببعض الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية التى تتمثل فى الجسور والألسنة البحرية تبعاً لتراكم الرواسب .

ب ـ سواحل تتألف من المستعمرات المرجانية والحواجز المرجانية .

وقد فضلت الأستاذة كاكاين كينج C. A M King فى كتابها عام ١٩٦١ [١] تصنيف شبرد عن غيره من التصنيفات الأخرى، ذلك لأنها أعتبرته تقسيما جامعاً لمعظم الأنواع المختلفة من سواحل العالم المعروفة .

ثالثا ـ تقسيم كوتون C. A. Cotton

رجع الأستاذ كوتون تقسيمه فى بداية عام ١٩١٨ [٢] ، ثم عدل فيه بعض الشيء عام ١٩٥٢ [٣] وتبعاً لاختلاف حركة السواحل ومدى ثبـاتها أو استقرارها جيولوجياً ، ميز مجموعتين رئيسيتين من الساحل هما :

ا ـ سواحل فى مناطق مستقرة جيولوجياً .

---

1 – King. C. A. M., (Beaches and Coasts,) London, (1961), p. 238.

2 – Cotton, C. A., (The outline of New Zealand ···) Geog , Rev., vol. 9 (1918) 320 - 340.

3 – Cotton, C. A., (Criteria for the classification of coasts), 17 th Int. Geog., Cong., Abs, of Papers. (1952), p. 15.

ب ـ سواحل فى مناطق غير مستقرة جيولوجياً .

وقد اعتمد فى معظم الأدلة التى حقق فيهـــا آراءه على مشاهداته الحقلية لأجزاء سواحل نيوزيلند المختلفة حيث تتميز بعض هذه السواحل بعـــدم استقرارها جيولوجياً بعد ، بينما لا ينتاب بعضها الآخر فى الوقت الحاضر أى حركات جيولوجية . وأهم ما يميز هذه المجموعة من السواحل هو أن السواحل فى المناطق المستقرة جيولوجياً تتأثر بتذبذب مستوى سطح البحـر (خاصة منذ عصر البلايوستوسين حيث أرتفع منسوب سطح البحر نحو ٣٠٠ قدماً حتى الوقت الحاضر تبعاً لذوبان الجليد) ، بينما تتشكل الأخرى تبعـــاً لحركات رفع اليابس أو هبوطه عن البحر المجاور . وقد أكد كوتون كذلك أنه ليس من الضرورى أن تكون السواحل فى المنـاطق المستقرة جيولوجياً سواحلا غاطسة ، كما وأنه ليست كل السواحل فى المناطق غير المستقرة جيولوجيا سواحلا بارزة. وقد ميز عدة مجموعات أخرى ثانوية تدخل فى نطاق كل من هاتين المجموعتين كما يتضح فيما يلى :

اولا ـ سواحل المناطق المستقرة جيولوجيا Coasts of stable regions

وقد تأثرت أجزاء كبيرة من هذه السواحل بارتفاع منسوب سطح البحر منذ نهاية عصر البلايوستوسين حتى الوقت الحاضر تبعا لذوبان الجليد وتشمل :

ا ـ سواحل تتشكل بظاهرات جيومورفولوجية تدل على أثر إنغمارها بمياه البحر حديثا .

ب ـ سواحل تتشكل بظاهرات جيومورفولوجية تدل على أثر إنغمارها بمياه البحر فى فترات جيولوجية سابقة .

جـ ـ سواحل أخـرى متنوعة مثل سواحل البراكين وسواحل الفيوردات .

ثانيا ـ سواحل المناطق غير المستقرة جيولوجيا Coasts of mobile regions

وهى عبارة عن سواحل مركبة تتأثر بحركات تكتونية فجائية كما قـــد

تتأثر كذلك بتذبذب منسوب سطح البحر وتشتمل : —

ا — سواحل تشكلت حديثاً بأثر فعل إنغمار البحر « مهما كان سبب هذا الإنغمار » .

ب — سواحل تشكلت حديثاً بتعرضها لحركات تكتونية فجائية أدت إلى إرتفاع اليابس نفسه .

جـ — سواحل تتشكل بفعل حركات التصدع .

د — سواحل أخرى متنوعة — مثل سواحل البراكين وسواحل الفيوردات .

يتضح من هذا العرض أن تقسيم كوتون يشابه تقسيم جونسون من حيث إعتماده على أساس مدى إختلاف العوامل التى أدت إلى تشكيل الظواهر الساحلية

رابعا — تقسيم فالنتين H. Valentin

أعتمد الأستاذ فالنتين فى تصنيفه الذى رجحه عام ١٩٥٢ (١) للسواحل على مدى تقدمها أو تراجعها عن البحر المجاور . وتبعاً لتنوع العوامل التى تؤدى إلى تقدم الساحل أو تراجعه ميز فالنتين عدة مجموعات أخرى ثانوية من السواحل وتتمثل فيما يلى :

اولا — السواحل التى تتقدم فى الوقت الحاضر Coasts which are advancing ومنها : —

ا — سواحل أرتفعت حديثاً .

ب — سواحل تبنى حديثاً بفعل أى أو كل من : —

١ — تجمع بعض الكائنات الحية مثل سواحل المانجروف وسواحل الحواجز المرجانية .

---

1 — Valentin. H., (Die Kuste der Erde), Petermanns Geog, Mitt. Erganzsunghef‌t (1952), 246

٢ ـ تراكم الرواسب البحرية مثل بناء الحواجز والجسور والألسنة البحرية .

٣ ـ تراكم الرواسب القارية أمام الساحل مثل رواسب الأنهار والدلتاوات والثلاجات .

ثانيا ـ السواحل التى تتراجع فى الوقت الحاضر Coasts which are retreating

ا ـ سواحل غاطسة أو تنغمر بمياه البحر فى الوقت الحاضر ومنها :

١ ـ سواحل تغطس بفعل أثر الجليد وتظهر على شكل سواحل الفيوردات.

٢ ـ سواحل غاطسة تبعاً لهبوط بعض أجزاء من الدلتاوات والأجزاء الدنيا من الأودية النهرية .

ب ـ سواحل تتراجع تبعاً لتراجع الجروف البحرية خلفياً نحو اليابس بحيث تعمل الأمواج على استمرار نقل المفتتات الصخرية بعيداً عن أقدام الجروف البحرية .

الفصل الخامس عشر

الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات

تتشكل أرضية البحار والمحيطات بفعل الإرساب بدرجة أعظم بكثير من تأثرها بفعل التعرية ، بل ويكاد ينحصر فعل العامل الأخير على منطقة خط الساحل نفسه ، أما أثر فعل الإرساب فيظهر فى كل أجزاء قاع المحيط سواء أكانت ضحلة أو عظيمة العمق . ويترسب فوق قاع البحار أنواع مختلفة من الرواسب التى تذروها الرياح خاصة من الرمال وأتربة البراكين ، وكذلك المواد التى تصبها الأنهار والثلاجات ، هـــذا بالإضافة إلى تجمع الرواسب العضوية تبعاً لإندثار الكائنات البحرية وتوالى عمليات تراكم قشورها ، وبذا تتكون طبقات إرسابية عظمى فوق قاع المحيط .

ويتأثر التوزيع الجغرافى لأنواع الرواسب المختلفــة فوق قاع البحار والمحيطات تبعاً لإختلاف أعماق مياه البحر . فتترتب الرواسب الخشنة بالقرب من الشاطيء ، ثم تليها تلك المواد الأقل خشونة والتى تتميز حبيباتها بأنها أقل حجماً ، ومن ثم تتألف الحواف الحدية الهامشية للرفرف القارى من رواسب دقيقة ناعمة . وتساعد دراسة تصنيف هذه المجموعات من الرواسب وتمييز كل منها على تحديد العوامل التى أدت إلى تكوينها وإرسابها من ناحية، وخصائص البيئة الطبيعية التى تتجمع فيها هذه الرواسب من ناحية أخرى .

تصنيف الرواسب البحرية

يقسم الباحثون الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات تبعاً لاختلاف الأعماق التى تتراكم عندها إلى مجموعتين رئيسيتين هما : ـ

ب ـ رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطىء Shallow-water sediments

ا ـ رواسب المياه العميقة فى البحار المفتوحة

Open-sea or deep-water sediments

ومما يعترض هذا التقسيم أن هناك تداخلا بين الرواسب المختلفة بحيث من الصعب تمييزها فى نطاقات محددة ثابتة ، هذا فضلا عن تكوين مسطحات مائية ضحلة قد تبعد عن الشاطىء بمسافات بعيدة . ومن ثم رجح البعض الآخر تقسيم الرواسب البحرية تبعاً لاختلاف نشأتها والمصادر التى اشتقت منها إلى قسمين رئيسيين هما : ـ

ا ـ الرواسب القارية Terrigenous materials .

ب ـ الرواسب العضوية Organic materials

وترمز المجموعة الاولى من الرواسب الى تلك المواد التى تصبها الانهار والثلاجات وترسبها الرياح ، بينما ترمز المجموعة الثانية من الرواسب الى تلك التى تتجمع تبعاً لتراكم قشور الكائنات البحرية واصدافها . هذا على الرغم من أن بعض الرواسب العضوية فوق قاع البحر قد تكون من أصل قارى كذلك أما الرواسب العضوية التى من أصل بحرى ، فهذه تترسب عادة فى الأعماق البعيدة وفى المسطحات المائية المفتوحة ويطلق عليها تعبير Pelagic sediments وعلى الرغم من عظم إنتشار هذه المجموعة الأخيرة من الرواسب إلا أنه من السهل نسبياً تمييز نطاقاتها المختلفة وتصنيفها الى مجموعات ثانوية ، وذلك بخلاف الرواسب التى تتمثل فوق قاع البحر الضحل القريب من الشاطىء التى تتميز بتداخلها وامتزاجها ببعضها ، هذا إلى جانب تنوع مصادرها وأشكالها .

أولا ـ رواسب المياه العميقة فى البحار المفتوحة

Pelagic Sediments.

وتنقسم بدورها إلى مجموعتين مختلفتين هما : ـ

المجموعة الاولى

الرواسب العضوية Organic deposits.

يطلق على مجموعة الرواسب التى تزيد فيها نسبة المواد العضوية عن ٣٠٪ من جملة حجم الرواسب تعبير رواسب الأوز Ooze ، وتقسم الباحثون هذه الرواسب الأخيرة بدورها إلى مجموعات ثانوية تبعاً لإختلاف تركيبها الكيميائى من ناحية وتنوع الكائنات العضوية التى تشكلها من ناحية إلى ما يلى : ـ

(ا) مجموعة الأوز الجيرى أو الكلسى Calcareous Oozes

وتبلغ نسبة كربونات الكالسيوم فى هذه المجموعة أكثر من ٣٠٪ ، وتتركب من كائنات حيوانية ونباتية دقيقة الحجم جداً ، ومن ثم يمكن تمييز ثلاث مجموعات ثانوية تنتمى إلى هذه المجموعة وهى : ـ

١ ـ الآوز الجلوبجرينى Globigerina Ooze

٢ ـ الآوز البتروبودى Pteropod Ooze

٢ ـ الآوز الكوكوليثى Cocolith Ooze

(ب) مجموعة الآوز السليكى Siliceous Ooze

ويتميز آوز هذه المجموعة بارتفاع نسبة السليكات فى تكويناته ، ويرجع مصدرها إلى إندثار الهياكل السليكية للكائنات البحرية المختلفة وبعض كائنات البلانكتون الدقيقة الحجم ذات القشور السليكية . ويمكن تمييز مجموعتين من آوز هذه الرواسب هما : ـ

١ ـ الآوز الدياتومى Diatom Ooze

٢ ـ الآوز الراديوليرى Radiolaria Qoze

المجموعة الثانية

الرواسب غير العضوية Inorganic deposits

ويقصد بها كل المواد الأخرى التى تتجمع فوق أرضية المحيط فى الأعماق البعيدة وليست من أصل عضوى . وتبعاً لبعـدها العظيم عن خط الساحل ، فقد تميزت هذه الرواسب بدقة حجم حبيباتها ، ومن ثم يغلب عليها الصـفة الصلصالية أو الغرينية وتعد رواسب الصلصال الأحمـر Red Clay أهم رواسب هذه المجموعة وأعظمها إنتشاراً .

ثانياً ـ رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطىء

Shallow - Water Sediments

على الرغم من ضحولة المسطحات المائية فى هذه المناطق إلا أنه تبعاً لكونها منطقة الإلتقاء بين اليابس والماء ، تنوعت فيهـا أشكال الرواسب واختلفت من حيث مصادرها ونشأتها وخصائصها . فبعض هذه الرواسب قد تكون عضوية النشأة تبعاً لإندثار المحار والقواقع والأصداف البحرية ، إلا أن الجزء الأكبر منها يعد رواسب قارية النشأة سواء أكانت عضوية أو غير عضـوية حيث تجلبها الأنهار والثلاجات والرياح إلى البحر وتختلف أشكال هـذه الرواسب وتكويناتها تبعاً لمدى قربها أو بعدها من خط الساحل وعوامل التعرية المختلفة التى ساهمت فى نشأتها وتجمعها ، ومن ثم يمكن تمييز ثلاثة نطاقات مختلفة من الرواسب هى :ـ

١ ـ رواسب المنطقة الشاطئية : Littoral zone

٢ ـ رواسب الرفارف القارية . Neritic zone

٣ ـ رواسب المنحدر القارى : Zone of the continental slope

ويمكن تمييز المواد المختلفة التى تتألف منها رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطىء تبعاً لاختلاف حجم حبيباتها الى ما يلى : —

١ — **الرمال** Sand

نحو ٨٠٪ من المواد التى يطلق عليها تعبير « رمال » يزيد قطر حبيباتها عن ٦٢ ميكرون (الميكرون Microns ، وحدة قياسية تعادل ١/١٠٠٠ من المليمتر). وبذا تتنوع الرمال تبعاً لاختلاف حجم حبيباتها الى المجموعات الثانوية الآتية : —

الرمال الخشنة جداً	قطر حبيباتها من ١٠٠٠ — ٢٠٠٠ ميكرون .
الرمال الخشنة	قطر حبيباتها من ٥٠٠ — ١٠٠٠ ميكرون .
الرمال المتوسطة الخشونة	قطر حبيباتها من ٢٥٠ — ٥٠٠ ميكرون .
الرمال الدقيقة	قطر حبيباتها من ١٢٥ — ٢٥٠ ميكرون .
الرمال الدقيقة جداً	قطر حبيباتها من ٦٢ — ١٢٥ ميكرون .

٢ — **الرمال الغرينية** Silty-Sand

ونحو ٥٠ الى ٨٠٪ من هذه الرواسب يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرن .

٣ — **الغرين الرملى** Sandy Silt

ا — نحو ٥٠٪ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٥ ميكرون.

وب — نحو ٢٠٪ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرون.

٤ — **الطين الغرينى** Silty Mud

ا — أكثر من ٥٠٪ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٥ ميكرون .

وب — أقل من ٢٠٪ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرون .

٥ – الطين الصلصالى Clayey Mud

أقل من ٥٠ ./· من تكويناته يزيد متوسط قطرها عن ٥ ميكرون .

أما اذا تميزت الرواسب بعظم خشونتها وتميزت حبيباتها بكبر حجمها نسبياً كما يحدث عادة على الشواطىء الحصوية وكذلك عند الحواف الحدية الهامشية للرفارف القارية التي تشكلت بالجليد، فيمكن تمييز الأنواع الآتية من الرواسب :

١ - رواسب الجلاميد boulders ويبلغ متوسط حبيباتها أكثر من ٢٥٦ ملم

٢ - رواسب الزلط والحصباء cobbles ويتراوح متوسط حبيباتها فيما بين ٦٤ – ٢٥٦ ملم

٣ - رواسب الحصى pebbles ويتراوح متوسط حبيباتها فيما بين ٤–٦٤ مليم

وقد لوحظ كذلك أن سرعة إندفاع حبيبات هذه المواد تختلف تبعاً لا ختلاف أحجامها ، وعلى إعتبار أن كتلة المياه ثابتة وأن درجة حرارتها ٢٠° م ، فيمكن أن نوضح مدى اختلاف سرعة إندفاع حبيبات المواد المختلفة من الرواسب فى البحار والمحيطات فى الجدول الآتى : –

نوع المواد	متوسط قطر الحبيبات (ميكرون)	متوسط سرعتها (متر اليوم)
١ – رمال ناعمة .	—	١٠٤٠
٢ – رمال ناعمة جداً .	—	٣٠١
٣ – غرين .	٣١،٢	٧٥،٢
٤ – غرين .	١٥،٦	١٨،٨
٥ – غرين .	٧،٨	٤،٧
٦ – غرين .	٣،٩	١،٢
٧ – صلصال .	١،٩٥	٠،٣
٨ – صلصال .	٠،٩٨	٠،٠٧٤
٩ – صلصال .	٠،٤٩	٠،٠١٧
١٠ – صلصال .	٠،٢٥	٠،٠٠٤
١١ – صلصال .	٠،١٢	٠،٠٠١

ويلاحظ من دراسة الجـــدول السابق أن الرمال الناعمة تنقل عادة إلى مسافات بعيدة داخل البحر نفسه وقد تبعد مئات من الأميال قبل أن تترسب فوق قاع المحيط . هـذا على الرغم من أن المواد الصلصالية تنقل ببطء شـديد إلى جوف البحار والمحيطات . أما المواد الخشنة فهذه سرعان ما تترسب قبل غيرها إلا أن بعض منها قد ينقل كذلك إلى هذه الأعمـاق البعيدة بواسطة فعل الدوامات المائية Turbidity currents .

وقد تقسم الرواسب الشاطئية كذلك تبعاً لاختلاف مصادرها ونشأتها إلى:ـ رواسب دلتاوية ـ رواسب خليجية ـ رواسب جليدية ـ رواسب مرجانية ورواسب بركانية .

المميزات العامة للرواسب البحرية وتوزيعها الجغرافى

يتضح مما سبق بأن الرواسب البحرية تتنوع تبعاً لاختلاف أعماق المسطحات المـائية من جهة ، ومدى بعدهـا عن خط الساحل من جهة أخرى . ومن ثم يمكن ان نتتبع هذا التقسيم العام والأعظم شيوعـاً والذى فيه تصنف مجموعات الرواسب إلى :ـ

اولا : رواسب المياه العميقة فى البحار المفتوحة .

ثانيا : رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطىء .

ويختص الحديث التالى بدراسة مجموعات هذه الرواسب ، وتحديد خصائصها المورفولوجية العامة والبيئة البحرية التى تتكون فيها .

أولا ــ رواسب المياه العميقة فى البحـار المفتوحة

وهذه تشمل مجموعتين مختلفتين من الرواسب هما :ـ

المجموعة الاولى : رواسب الآوز العضوية .

المجموعة الثانية : الرواسب غير العضوية .

المجموعة الأولى : رواسب الآوز العضوية

تمثل رواسب الآوز العضوية نسبة كبيرة من الرواسب التي تتراكم فوق قاع المحيطات الحقيقية true oceanic basins ، وتترسب في البحار المفتوحة بعيدة عن خط الساحل وتتنوع خصائص هذه الرواسب تبعاً لنوع الكائنات التي تدخل في تركيبها . ومن ثم يمكن تصنيف رواسب الأوز العضوية إلى مجموعتين رئيسيتين ، تتركب الأولى من المواد الجيرية بينما تتألف الثانية أساساً من المواد السليكية .

(أ) مجموعة الأوز الجيرى أو الكلسى Calcareous Ooze

تتراوح نسبة كربونات الكالسيوم فى رواسب هذه المجموعة من ٥٠–٩٠ ٪ ولا تقل عن ٣٠ ٪ . وتضم هـــذه المجموعة عدة مجموعات ثانوية من الرواسب منها :–

(١) رواسب الاوز الجلوبجرينى :

ويعد هذا الآوز من أكثر رواسب البحار العميقة إنتشاراً فوق القاع ، ويتكون تبعاً لتجمع هياكل الفورامنيفرا الجيرية أو الكلسية و كائنات البلانكتون والجلوبجرينـا (التى تظهر على شكل خلايا دائرية وردية) . وتتراوح نسبة كربونات الكالسيوم التى تتمثل فى هذه الرواسب من ٧٥ – ٩٨ ٪ ، وكان متوسط نسبتها فى خمس عينات مختلفة أخذت من فوق قاع المحيط الهـــادى نحـــو ٨٢ ٪ من مجموع جملة المواد المختلفة التي تدخل فى تركيب الاوز الجلوبجرينى . وتتميز هذه الرواسب بأنها غير منسقة الترتيب badly sorted ، ويبلغ متوسط قطر حبيباتها نحو ٤ر٦ ميكرون ، ولكن قد تختلط بها بعض الرواسب ذات الحبيبات الخشنة التى قد تشبه ذرات الرمال ومتوسط قطر حبيباتها قد يبلغ نحو ١٠٠ ميكرون .

ويشترط بعض الكتاب على أن نسبة تكوينات الفورامنيفرا فى هذه الرواسب

يجب ألا تقل عن ٣٠ ٪ وعلى أى حال فان نسبة كربونات الكالسيوم لا تعتبر نسبة ثابتة بهذه الرواسب إذ أنها تختلف من مكان إلى آخر . ففي بعض الرواسب قد تبلغ نحو ٤٠ ٪ بينما قد تصل في بعضها الآخر إلى نحو ٩٠ ٪ . ويرجع إختلاف نسبة كربونات الكالسيوم بالآوز الجلوبجريني إلى مدى فعل **التحلل الكيميائي لقشور البلانكتون وغطاءات الفورامنيفرا** . ويمكن القـــول بأنه في الأعمـــاق الضحلة نسبياً تتجمع عادة نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم ذلك لأن الخلايا الدقيقة الحجم جداً والتى لا تتعرض للذوبان بسرعة هى التى تنحدر إلى الأعماق البعيدة من المحيطات . ومن ثم فمن النادر أن نلاحظ رواسب الآوز الجلوبجريني على أعماق أبعد من ٥٠٠٠ متراً ويغلب على هذه الرواسب اللون الأبيض وأحيانا قد يميل اللون إلى الأصفرار . وقد أوضح الأستاذ سفردرب Sverdrup,et al عام ١٩٤٦ ، بأن نسبة كل من الكائنات البحرية والجير في هذه الرواسب تزداد بالمسطحات المائية المدارية وتقـل كلما اتجهنا شمالا أو جنوباً صوب مياه القطبين الباردة .

(٢) رواسـب الآوز البتروبودى :

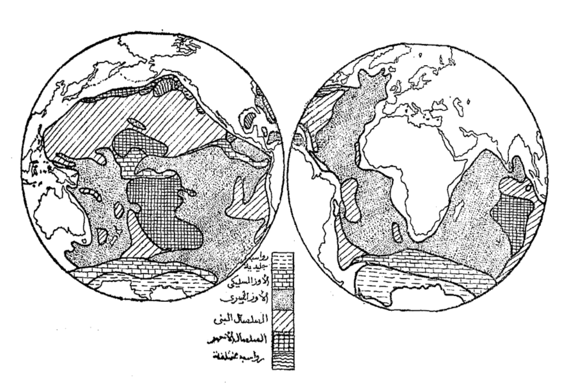
وتتألف هذه الرواسب أساساً من كائنات البتروبود والتى لا تقل نسبتها عن ٣٠ ٪ من الحجم الكلى للرواسب ، ومع ذلك فتتميز هذه الكائنات بانتشارها وظهورها في الرواسب وذلك يرجع إلى عظم حجمها نسبياً عن غيرها من الكائنات البحرية الأخرى . وتتميز رواسب الآوز البتروبودى بارتفاع نسبة الجير إذ تتراوح فيما بين ٥٠ — ٩٠ ٪ ، وقد يبلغ متوسط نسبة الجير فيهـا نحو ٨٠ ٪ . وتنتشر هذه الرواسب فوق قاع البحر في الأعماق التى تتراوح بين ١٥٠٠ ـــ ٣٠٠٠ م ، إلا أن أعظم نسبة للجير في هـذه الرواسب تتمثل عند خط عمق ٢٠٠٠م المتساوى .

(٣) رواسب الآوز الكوكوليثى :

تتألف هذه الرواسب هى الأخرى أساساً من كائنات الكوكوليث

Coccolithophoridae الدقيقة الحجم، وهى من الندرة فى الحقيقة لدرجة من الصعب حتى الوقت الحاضر الحديث عن خصائصها وتوزيعها الجغرافى فوق قاع البحار والمحيطات بشىء من التفصيل . وما زالت المعرفة عن طبيعة هذه الرواسب فى حاجة إلى المزيد من البحث والدراسة .

وكما يتضح فى شكل ٦٣ أن أجزاء واسعة من قاع المحيط الأطلسى مغطاة بالأوز الجيرى وذلك يرجع إلى طبيعة أعماق مياهه المتوسطة ، إذا ما قورنت بأعماق كل من المحيط الهادى والهندى البعيدة . ومن ثم فتغطى تكوينات الأوز الجيرى نحو ٦٧٫٥ ٪ من مساحة قاع المحيط الأطلسى ونحو ٥٤٫٣ ٪ من مساحة قاع المحيط الهندى ونحو ٣٦٫٢ ٪ من مساحة قاع المحيط الهادى .



(شكل ٦٣) أنواع الرواسب فوق قاع البحر والمحيطات

(ب) مجموعة الآوز السليكى Siliceous Oozes

وتظهر أهمية الآوز السليكى فى المسطحات المائية التى تقل فيها نسبة تراكم أو تجمع كربونات الكالسيوم، وكذلك عندما تزداد درجة ذوبان القشور الجيرية لبعض الكائنات البحرية بالمياه عن نسبة تجمعها ، فوق قاع المحيط . وأهم أنواع رواسب هذه المجموعة هما الآوز الدياتومى والآوز الراديوليرى .

(١) الآوز الدياتومى :

يتركب الآوز الدياتومى أساساً من كائنات الدياتوم التى هى عبارة عن طحالب سليكية لها نفس خصائص البلاكتون ، بل ويعتبرها بعض الكتاب من ضمن عائلة الفيتوبلانكتون . وتشغل هذه الرواسب معظم أرضية المحيط الهادى خاصة فى النصف الشمالى منه ، وفى المناطق التى تتميز بالتيارات الهابطة حيث يصبح من السهل إذابة كربونات الكالسيوم فى المياه بينما تترسب السليكا فوق القاع . وتزدهر كائنات الدياتوم بالقرب من السطح حيث تتوفر المواد الغذائية خاصة فى مياه العروض العليا .

وأهم مايميز رواسب الآوز الدياتومى عن مجموعة الآوز الجيرى ، هو ترتيب الطبقات الارسابية وتناسقها better sorted ، وتدخل معظم المواد التى تتألف منها ضمن نطاق الغرين Silt تبعاً لحجم حبيباتها الصغير . وعلى الرغم من أن تكوينات السليكا تغلب على هذه المجموعة من الرواسب إلا أن الأخيرة قد تحتوى على بعض التكوينات الأخرى من كربونات الكالسيوم والتى قد تتباين نسبتها من ٢ — ٤٠٪ ، كما وقد تشتمل كذلك على بعض المعادن الأخرى بنسب تختلف من ٣ — ٢٥٪ وقد يكون مصدر هذه المعادن قارياً حيث تقوم بعملية نقلها عادة جبال الثلج العائمة فى العروض القطبية والباردة .

(٢) الآوز الراديولبرى

على الرغم من أن تكوينات هذا الآوز تتميز بإرتفاع نسبة السليكاء إلا أنه يكون فوق قاع المسطحات المائية في العروض المدارية و بعظم إنتشاره كذلك في المناطق التى يكثر فيها ذوبان الجير و تحلله بالقرب من القاع . و تعد غطاءات كائنات الراديولبرا و قشورها السليكية هى المصدر الأساسى للسليكا وتتميز هـذه الكائنات بأشكالها الهندسية الرائعة (شكل ٦٧) ، و تتحل الأجزاء الجيرية من قشورها بالتدريج بينما تبقى الأجزاء السليكية لتكون الآوز الراديولبرى . وتعرف الرواسب بهذه التسمية الأخيرة ، إذا كانت نسبة كائنات الراديولبرا لا تقل عن ٢٠ ٪ . وتتراوح نسبة هـــذه الـكائنات فى رواسب الآوز الراديولبرى العادية من ٦٠ ــ ٧٥ ٪ . و تعد هذه الرواسب أقل رواسب البحار العميقة المفتوحة pelagic deposits احتواء للمواد الجيرية حيث من النادر أن تزيد نسبة الجير فيها عن ٢٠ ٪ . ويغلب على هذه الرواسب اللون البنى الداكن أو لون الصلصال الأحمر .

ومن الجدير بالذكر أنه قد عثر على بعض رواسب الراديولبرا فوق أرض اليابس على شكل حفريات فى الطبقــات الصخرية التى تتبــع كل من العصر الديفونى والكربونى فى أستراليا . و بلغ سمك هذه الرواسب نحو ٣٠٠٠ متراً . ولكن رجح معظم الجيولوجيين بأن رواسب الراديولبرا فى هذا الموقع الأخير قد تكونت فى مياه ضحلة قريبة من الشاطىء ، ومن الصعب إعتبارها رواسب تكونت فى بحــار مفتوحة . هـذا وتنتشر رواسب الآوز السليكى فوق قاع المحيط الهادى خاصة فى الأعماق البعيدة ويمكن تمييز ثلاثة نطاقات تشمل : ــ

ا ــ الآوز الدياتومى السليكى الذى يمتد على شكل نطاق عظيم عند الحواف الهامشية الشمالية للمحيط الهادى فيما بين أمريكا الشمالية شرقا وشمال شرق آسيا غرباً (شكل ٦٣) .

ب ــ الآوز الدياتومى السليكى فى الجنوب ويمتــد على شكل نطاق طولى فى المياه الباردة إلى الشمال مباشرة من قارة أنتارتيكا .

جـ - الآوز الراديو ليرى السليكى ويمتد على شكل لسان عرضى فى المسطحات المائية المدارية ويمتد فيما بين دائرة عرض ٥° ، ١٠° شمالا فى شرق المحيط الهادى

وتقل نسبة الآوز السليكى فى المحيط الأطلسى بينما تزداد نسبياً عند الأطراف الجنوبية من المحيط الهندى . وتشغل تكوينات الآوز السليكى فى المحيط الهندى نحو ٢٠٫٤ ٪ من جملة مساحة قاعة ، وفى المحيط الهادى نحو ١٤٫٧ ٪ بينما تبلغ فى المحيط الأطلسى نحو ٦٫٧ ٪ من جملة مساحة قاعه . (شكل ٦٣) .

المجموعة الثانية : الرواسب غير العضوية فى البحار العميقة المفتوحة

تغطى مساحات واسعة من أرضية المحيط الهادى (تكاد تبلغ نحو نصف مساحته) رواسب غير عضوية يطلق عليها اسم الصلصال الأحمر Red Clay ويعظم إنتشار هذه الرواسب فى المسطحات المائية التى تتحلل فيها المواد العضوية بسرعة وتذوب فى المياه قبل أن تترسب فوق القاع ومن ثم تعطى الفرصة لتراكم الذرات المختلفة التى لا تتأثر بعملية الذوبان . وتتركب حبيبات الصلصال الأحمر من ذرات دقيقة الحجم جداً ، إذ تدخل نحو ٨٢ ٪ من تكويناته ضمن مجموعة الصلصال Clay grade ، بينما تعتبر النسبة الباقية وهى ١٧ ٪ من ضمن مجموعة الغرين Silt grade . وتتميز رواسبه كذلك بأنها منسقة ومرتبة فوق بعضها Well socted وتختلف تكوينات الصلصال الأحمر من مكان إلى آخر تبعاً لطبيعة الظروف المحلية التى تكونت خلالها والأزمنة الجيولوجية التى نشأت فيها . فبعض رواسب الصلصال الأحمر لا تحتوى على أى رواسب من كربونات الكالسيوم بينما قد تصل نسبة هذه المواد الأخيرة فى بعض رواسب الصلصال الأحمر لنحو ٣ ٪ . ويمكن القول أن متوسط

نسبة كربونات الكالسيوم في رواسب الصلصال الأحمر تتراوح عادة من ٧ — ١٠ ٪ . ونفس الوضع بالنسبة لبقايا السليكا ، إلا أن نسبتها تتراوح عادة فيما بين ٠٫٩٧ — ٢٫٩٤ ٪ . وقد تصل أحياناً إلى ٥ ٪ .

وأهم ما يميز رواسب الصلصال الأحمر كذلك هو لونه الأحمر أو البني الداكن الذى يشبه لون « الشكولاته » ، كما وأن حبيباته دقيقة الحجم جداً. ويعزى هذا اللون إلى إرتفاع نسبة **الاكاسيد وخاصة أكسيد المنجنيز** . ويدخل في تركيب هذه الرواسب نسبة كبيرة من المواد الصلصالية وبعض الأتربة البركانية التى كانت تظن قديما بأنها تميز الجزء الأكبر من رواسب الصلصال الأحمر . وقد تبين أن هذه الرواسب من أصل قارى وحملت بواسطة الرياح وعوامل النقل الأخرى إلى مياه البحار ، ثم نقلت بدورها إلى الأعماق البعيدة بمساعدة التيارات البحرية وحركة المياه .

وكثيراً ما توجد بعض **العقد المنجنيزية** Mangenase nodules والمعادن الأخرى مثل **النيكل والكوبلت** مترسبة مع الصلصال الأحمر فوق قاع المحيط الهادى (لوحة ٢٤) وتبعاً للدراسات التى أجراها الأستاذ شيبك Shipek عام ١٩٦٠ باستخدام التصوير المائى فى الأعماق البعيدة تبين أن هذه العقد المعدنية تتكون فى رواسب الصلصال الأحمر على عمق ٤٥٠٠ م (١٤٧٥٠) قدم فى شرق المحيط الهادى ، كما اتضح فى هذه الصور كذلك تكوين ظاهرات تموجات التيارات فوق أرضية المحيط الهادى على عمق ١٦٤٧ م فى رواسب الآوز الجيرى مما يؤكد بأن المياه السفلية ليست ثابتة تماماً بل ينتابها كذلك حركات بطيئة مستمرة .

وتتكون رواسب الصلصال الأحمر ببطء شديد ومن ثم كثيراً ما يختلط بها بعض الرواسب الأخرى مثل البقايا الصلبة من بعض الكائنات البحرية **واسنان « سمك القرش »** Shark's teeth وعظام أذن الحوت **ear bones of whales** وبعض المواد غير العضوية الأخري مثل تلك التى ترسبها الثلاجات

وأتربة البراكين ولوافظها . وبالتالى أمكن معرفة عمر بعض هـذه الرواسب خاصة بعد دراسة تركيب أسنان سمك القرش والتى تبين أن بعض منهـا يرجع إلى الزمن الجيولوجى الثالث من حيث العمر .

وتبعاً لهذة الخصائص السابقة يشكل الصلصال الأحمر الأعماق البعيدة جداً من المحيطات . وقد تبين أن متوسط عمق ١٢٦ عينة منه كان نحو ٥٤٠٧ م ، وأقل عمق يحتوى على رواسب الصلصال الأحمر كان نحو ٤٠٦٠ م ومن ثم يمكن أن نلخص متوسط أعماق الرواسب المختلفة عامة فى البيان التالى : —

ا — رواسب البتروبود متوسط عمقها ٢٫٠٧٢ متراً .

ب — رواسب الجلوبجرينا متوسط عمقها ٣٫٦١٢ متراً .

ج — رواسب الدياتوم متوسط عمقها ٣٫٩٠٠ متراً .

د — رواسب الراديوليرا متوسط عمقها ٥٫٢٩٢ متراً .

هـ — رواسب الصلصال الأحمر متوسط عمقها ٥٫٤٠٧ متراً :

ويمكن القول أن رواسب السليكا تحتل الأعماق البعيدة من المحيطات ذلك لأن رواسب الكلسيت أو الجير سرعان ما تذوب فى الميـاه بسرعة ، وتترسب فوق الأعمق الضحلة نسبياً ، ومن النادر أن تبقى لـكى تترسب فوق الأعماق البعيدة . بينما يعتبر الصلصال الأحمر أقل هذه الرواسب جميعاً تعرضاً لعمليات الذوبان ومن ثم يحتفظ بصورته لـكى يترسب فوق الأعماق البعيدة من المحيطات . ويوضح الجدول الآتى نسبة مساحه الغطاءات البحرية الإرسابية المختلفة فوق قاع المحيطات الكبرى فى العالم بالنسبة للمساحة الكلية لكل قاع محيطى :

الرواسب	المحيط الهندى	المحيط الاطلسى	المحيط الهادى
مجموعة رواسب الآوز الجيرى	٥٤٫٣	٦٧٫٥	٣٦٫٢ ٪
مجموعة رواسب الآوز السليكى	٢٠٫٤	٦٫٧	١٤٫٧ ٪
الصلصال الاحمر	٢٥٫٣	٢٥٫٨	٤٦٫١ ٪
	١٠٠ ٪	١٠٠ ٪	١٠٠ ٪

ثانياً — الرواسب القريبة من الشاطىء

تعتبر عمليات الإرساب بالقرب من الشواطىء أكثر تعقيداً عن تلك فى المسطحات المائية المفتوحة من البحار والمحيطات ، وذلك تبعاً لتعدد العوامل المختلفة التى تؤثر فى كمية الرواسب وطبيعتها وأشكالها ومصادرها وطرق إرسابها . ومما يزيد هذه الحالة تعقيداً هو معظم الرواسب الشاطئية قد ترسبت خلال العصر الجليدى عندما كان منسوب سطح البحر ينخفض بنحو ٣٠٠ قدم عن منسوبه الحالي ، مما قد يرجح بأن أصل نشأتها ربما كانت عوامل هوائية متداخلة . ومن أمثلة ذلك رواسب شط الدوجر Dogger Bank حيث أكد الأستاذ شترايد Stride فى عام ١٩٥٩ بأنها أصلا ركامات جليدية بلايوستوسينية .

ويمكن القول كذلك بأن نسبة كبيرة من الرمال فوق قاع بحر الشمال والبحر الأيرلندى ترجع نشأتها إلى أثر فعل الرواسب الجليدية والنهرية الجليدية البلايوستوسينية glacial and fluvio-glacial depoits . وقد أكد الأستاذ شبرد Shepard عام ١٩٤٨ بأن أهم ما يميز الرفارف القارية المغطاة بالرواسب الجليدية هو عظم تكوين الرسب الخشنة الكبيرة الحجم عند الحافات الهامشية للرفرف القارى مباشرة . كما يلاحظ فوق هذه الرفارف كذلك أختلاف طبيعة عمليات الإرساب نفسها ، حيث تترسب المواد الدقيقة الحجم أولا ، وتزداد حبيباتها فى الخشونة والحجم كلما توغلنا فى مياه البحر حتى حواف الرفرف القارىء .

وتبعاً لدراسات الأستاذ كينين Kuenen عام فان الرواسب الشاطئية والتى يطلق عليها أحيانا اسم Neritic Sediments تغطى نحو ١٠٪ من جملة مساحة المسطحات المائية . وتعتبر دراسة هذه الرواسب ذات أهمية خاصة بالنسبة لأبحاث علم الطبقات ، ذلك لأن معظم صخور قشرة الأرض تكونت فى مسطحات مائية ضحلة خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، وبذا يمكن دراسة

عمليات تكوين الطبقات الصخرية فى الطبيعة .

وهناك نقطة هامة أخرى تختص بطبيعة إرساب المواد الجيرية فى المسطحات الضحلة . فمن المعروف أن الصخور الجيرية والطباشيرية تمثل نسبة كبيرة من الصخور الرسوبية على اليابس . كما تبين أن معظم هذه الصخور تكونت فى بيئة مائية ضحلة . ولكن من دراسة الرواسب فوق الرفارف والمنحدرات القارية نجد أن نسبة الجير أو الكلسيت تعد محدودة جداً . وإن وجدت هذه الرواسب فهى تشغل بقاع محلية مثل الرفرف القارى حول جزر الهند الغربية . ومن ثم يتضح أن هناك إختلافاً فى التوزيع الجغرافى للرواسب الجيرية الكلسية فى الوقت الحاضر ، وبين طبيعة تكوينها خلال العصور الجيولوجية القديمة. هذا ويمكن تمييز ثلاثة نطاقات مختلفة من الرواسب تتمثل فوق أرضية البحار بالمسطحات المائية الضحلة يشتمل كل منها على مجموعة خاصة متباينة من الرواسب هى :—

١ — الرواسب الشاطئية :

وترمز إلى تلك الرواسب التى تتجمع عند خط إلتقاء المسطحات المائية باليابس المجاور، ويحدد الأستاذ مارى Murray هذه المنطقة بالمسافة العرضية التي تنحصر بين أعلى منسوب للمد وأقل منسوب للجزر . أو بمعنى آخر تقع هذه المنطقة تحت تأثير فعل المد والجزر والأمواج. وتعمل هذه العوامل على تهشيم الصخور الشاطئية خاصة إذا كانت الأخيرة تتركب من حافات صخرية رخوة لينة .

وتتمثل الرواسب هنا فى المفتتات الصخرية والحصوية الكبيرة الحجم نسبياً وقد يختلط بها كميات كبيرة من الزلط والرمال والطين. وقد يكون مصدرها تلك الرواسب التى تقذفها الأنهار أو تذروها الرياح إلى البحر ، أو تنتج تبعاً لفعل تلاطم الأمواج على حافات الشاطىء الذى يتألف من صخور لينة سريعة التفكك . وبذا تختلف أشكال هذه الرواسب من ساحل إلى آخر تبعاً لظروف مختلفة أهمها :—

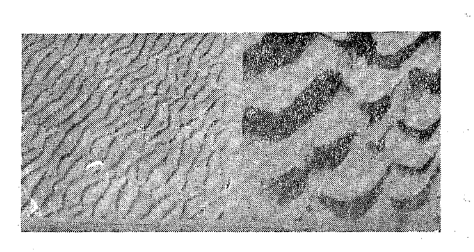
١ — طبيعة صخور الشاطىء وتركيبها ونظام بنيتها .

٢ — مصدر هذه الرواسب (نهرية جليدية — بفعل الرياح — أوالتعرية والتجوية) .

٣ — حركة الأمواج والتيارات البحرية .

٤ — مدى أثر فعل المد والجزر :

وعلى أى حال فان أهم ما يميز هذه الرواسب هو طبيعة ترتيبها ونظام إرسابها ، حيث تترسب المواد الخشنة ذات الأحجـام الكبيرة أولا وبالقرب من خط الساحل نفسه ثم تقل حبيبات الصخر حجماً كلما توغلنا فى مياه البحر. وعندما ينخفض منسوب سطح البحر (كما يحدث خلال أوقات الجزر) تترك مياه البحر خلفها فرشات إرسابية رملية تتجمع فوق خط الساحل وكثيراً ما يشكل سطح هذه الفرشات تموجات مختلفة الأشكال تبعاً لطبيعة التيارات المائية وحركة المياه التى انحصرت عن الساحل المجاور . وقد تظهر إنعكاسات التيارات المائية فوق الفرشات الرملية على شكل خطوط طـولية متوازية أو أخرى مقوسة أو هلالية الشكل . (لوحة ٢١) .



(لوحة ٢١) نوعان مختلفان لأشكال انعكاس التيار بالمياه الضحلة الشاطئية .

٢ — **رواسب الرفارف القارية :**

وتشمل تلك الرواسب التى تمتد فوق قاع البحر أسفل المنطقة السابقة ، حتى حواف الرفرف القارى عند خط عمق ١٠٠ قامة المتساوى تقريباً . وتتنوع الرواسب التى تتجمع فوق رفرف وآخر تبعاً للعوامل المختلفة التى أرسبتها . فقد يكون مصدر بعض منها ، الرواسب التى تصبها الأنهار فى البحر والتى تتركب عادة من مفتتات صخرية وطين ورمال بالإضافة إلى المواد العضوية المذابة . بينما قد يمثل بعضها الآخر رواسب جليدية خشنة ، تتألف من حصى وحصباء ، مقشوطة الجوانب . وتتشكل معظم الرفارف القارية عادة بالرواسب الدلتاوية ، ومنها تلك الرفارف التي تقع بالقرب من مصبات الأنهار الكبرى مثل النيل والأمزون والمسيسبي وإيراوادى والسند والكانج . وحيث تعتبر الرفارف القارية بيئة صالحة لتكاثر بعض الكائنات البحرية الخاصة ، فقد تتراكم قشور هذه الكائنات فوق القاع لتشكل المظهر العام للرواسب ومن هذه الكائنات القواقع والأصداف البحرية .

ومن ثم يمكن القول أن أهم المواد الإرسابية فوق الرفارف القارية تتمثل فى حبيبات الرمال بأنواعها المختلفة سواء أكانت هذه مشتقة من صخور اليابس البعيدة وجلبت إلى البحر بواسطة الأنهار أو الرياح ، أو مشتقة من صخور اليابس البعيدة وجلبت إلى البحر بواسطة الأنهار أو الرياح ، أو مشتقة من صخور الشاطىء مباشرة تبعاً لتهشيم الصخر بفعل تلاطم الامواج ، أو رمال كلسية تجمعت بعد تفتت قشور المنخربات والاصداف البحرية . وإلى جانب الرمال تنتشر رواسب الطين والحصى والجلاميد .

٢ — **رواسب المنحدر القارى :**

كما سبق الذكر بأن مفتتات الرواسب وحبيباتها تقل حجماً (خاصة إن لم تكن هذه الرفارف جليدية النشأة) ، وخشونة كلما توغلنا فى البحر ، وعند حواف الرفارف القارية تتميز هذه الرواسب بدقة حجمها وتتركب من الطين والصلصال والغرين . وعلى ذلك تتميز رواسب منطقة المنحدر القارى

(التى تقع بين أعمـــاق ١٠٠ - ١٠٠٠ قامة) برواسب طينية دقيقة الحجم وكثيراً ما تكون متجانسة ومتشابهة في تركيبها من مكان إلى آخر فوق المنحدر القارى . ونحو نصف حجم هذه الرواسب يتألف من الطين بينما نحو ٢٥ ٪ منها يتكون من الرمال الناعمة . كما قد تترسب فوق أرضية المنحدر القارى كذلك بعض البقـــايا العضوية التى تتمثل فى بعض الكائنات البحرية خاصة الأصداف والقشريات .

الباب السابع

الفصل السادس عشر :

بعض الكائنات الحية فى البحار والمحيطات

الفصل السابع عشر :

الانتاج العالمى من الأسماك

الفصل الثامن عشر :

الثروة السمكية فى جمهورية مصر العربية

الفصل السادس عشر

بعض الكائنات الحية فى البحار والمحيطات

تتنوع الكائنات الحية فى البحار والمحيطات تبعاً لتنوع الخصائص الطبيعية والكيميائية لميـــاه البحر من مسطح مائى إلى آخر . وقبل دراسة مجموعات الكائنات البحرية ينبغى أن نشير إلى أهم العوامل الطبيعيـة والكيميائيـة التى تؤثر فى نمو الكائنات . وتتلخص هذه العوامل فيما يلى : —

أولا — الضغط Pressure

أكدت بعثة الأبحاث الأقيانوغرافية الهولندية جالاثيا Galathea ، عام ١٩٥١ أن الكائنات البحرية يمكن لها أن تعيش تحت أعماق بعيدة وأن تتحمل ظروف الضغط العالى . وجمعت هـــذه البعثة مجموعات مختلفة لبعض الكائنات البحرية مثل الأصداف وخيـار البحر من عمق ١٠٠٠٠ متر بجوار سواحل جزر الفلبين .

وتبين أن هناك مجموعات من الأسماك لا تعيش إلا فى الأعماق البعيدة جداً حيث إنها غير محبة للضوء ، بينما هنـاك مجموعات أخرى تعيش على أعماق متوسطة من سطح المـاء ، ويتأثر نمو هـذه الكائنات بكمية الضوء ودرجـة حرارة المياه ونسبة ملوحتها وخصائصها الطبيعية العامة (١) .

---

1 - P' Lake, (Physical Geography , Cambridge, 1958 p. 422

وعلى ذلك قسم الأستاذ ليك P. Lake عام ١٩٥٨ البيئة البحرية إلى مناطق مختلفة تبعاً للأعماق التي تعيش فيها الكائنات البحرية إلى ما يلي : —

١ بيئة مياه البحار المفتوحة Pelagic Zone وتشمل :

ا — المسطحات المائية فوق الرفارف القارية Neritic province .

ب المسطحات المائية في المياه المحيطية المفتوحة Oceanic province .

وعلى ذلك يعد الحد الفاصل بين هاتين البيئتين هو خط عمق ٢٠٠ متر تقريباً . وتبعاً لاختلاف أعماق منطقة المياه المحيطية ، فقد صنفها « ليك » إلى المناطق المختلفة الآتية : —

ا — منطقة المياه المحيطية السطحية Epipelagic Zone .
(من سطح البحر إلى عمق ٤٠٠ متر) .

ب — منطقة المياه المحيطية المتوسطة العمق Bathy pelagic Zone
(من عمق ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ متر) .

جـ — منطقة المياه المحيطية العظيمة العمق Abysso - Pelagic Zone
(أكثر من عمق ١٢٠٠ متر) .

٢ — بيئة قاع البحار Benthic Zone

وتشمل هذه البيئة تلك الكائنات التي تعيش فوق قاع المحيط نفسه سواء أكان في منطقة الرفارف القارية أو فوق أرضية الأعماق البعيدة . وصنفها « ليك » إلى مجموعات ثانوية تشمل :

ا — بيئة كائنات قاع البحر فوق منطقة الرفرف القارى وتمتد حتى خط عمق ٢٠٠ م Neritobenthic Zone

ب - بيئة كائنات قاع البحر فوق أرضية المنحدر القارى وتمتد حتى خط عمق ٨٠٠ م Archibenthic Zone

ح ـــ بيئة كائنات قاع البحر فوق أرضية المرتفع القارى والأعماق البعيدة جداً Abyssobenthic Zone .

ثانيا ـ الضوء Light

تختلف كمية الضوء بمياه البحار أفقيا ورأسيا من موقع إلى آخر. فنحو ١٠٪ من كمية الضوء التى تصل إلى سطح الماء تفقد بواسطة الإنعكاس reflection ، وعندما تتغلغل كمية الضوء الباقية فى باطن المياه ، تتشكل الموجات الحرارية والضوئية وتتغير صفاتها ، كما تشكل فى نفس الوقت الخصائص الطبيعية للمياه التى تمر خلالها وقد اتضح أن المياه الصافية لها القدرة على إمتصاص الأشعة الشمسية فى وقت أسرع من إمتصاص الهواء لنفس هذه الأشعة . وأن المياه ذات اللون الأصفر أو البرتقالى تمتص هذه الأشعة فى وقت قصير إذا ما قورنت بالمياه التى يميل لونها إلى الخضرة أو الزرقة . وتساعد الكائنات البحرية والرواسب العالقة بالمياه على امتصاص الأشعة الشمسية كذلك .

ويختلف العمق الذى قد تصل إليه الأشعة الشمسية . من مسطح مائى إلى آخر فتصل هذه الأشعة فى البحر الكاريبى حتى عمق ١١٠ متر من سطح المياه ، بينما تصل فى البحار المعتدلة بالمسطحات المائية للرفارف القارية إلى عمق ٤٠ متر فقط ، بينما قد لا يزيد تغلغل الأشعة الشمسية فى المياه عن عمق ١٥ متر بالمياه الساحلية الضحلة ولا تنمو النباتات البحرية التى تعيش فوق القاع Benthic Plants إلا إذا استمدت كمية من الضوء لا تقل عن ٣٪ من مجموع كمية الضوء الساقطة على سطح مياه هذا الموقع . وعلى ذلك تختلف الأعماق التى تعيش فيها العائلة الواحدة من هذه النباتات البحرية ، حيث تتمثل عند خط عمق ١٦٠ متر فى البحر الأبيض المتوسط توجد عند خط عمق ١٠م فى البحار الساحليه الضحلة .

وقد دلت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية على أن كمية الضوء على عمق

٢٥٠ متر من سطح الماء يبلغ نحو ٠٫٠٠١ ٪ من جملة كمية الأشعة الضوئية الساقطة على سطح الماء ، ويعتبر خط عمق ٥٠٠ متر الحد الأدنى للرؤية بالنسبة للأسماك . وعلى ذلك قسم الباحثون مياه المحيط إلى ثلاث طبقات متراكبة فوق بعضها تبعاً لنصيب كل طبقة من كمية الأشعة الشمسية وتشمل : —

ا — **الطبقة العليا** : Euphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية كبيراً ، ويتم فيها عملية التمثيل الكلوروفيلي وبناء الأنسجة الأولية للكائنات البحرية ، وتمتد من سطح الماء إلى خط عمق ١٠٠ متر .

ب — **الطبقة المتوسطة** : Disphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية محدوداً ، بحيث لا يتم فيها عملية التمثيل الكلوروفيلي ، إلا أن كمية الضوء فيها كافية لبعض العائلات الحيوانية والنباتية التى تعيش وتتجول فيها حتى أعماق ٨٠٠ متر من سطح الماء .

جـ — **الطبقة السفلى** : Aphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية معدوما ولكن ليس معنى هذا إن مياهها تخلو من وجود الكائنات البحرية ، بل تعيش فيها كائنات بحرية لها القدرة على أن تكيف نفسها لظروف الحياة فى مثل هذه البيئة .

ثالثا — الملوحة Salinity

تتشكل الكائنات البحرية تبعاً لاختلاف نسبة الملوحة فى مياه البحر ، وعلى سبيل المثال تختلف الكائنات البحرية التى تعيش بالبحار عن تلك التى تعيش فى مياه الأنهار . ويمكن أن تقسم الكائنات البحرية النباتية منها والحيوانية تبعاً لمدى تحملها لمياه البحار المختلفة الملوحة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — **كائنات يتاثر نموها بتغيير نسبة ملوحة المياه** : Stenohaline Organisms ويدخل ضمن هذه المجموعة معظم الكائنات التى تعيش فى مياه البحار

المفتوحة . وعندما تنقل هذه الكائنات بواسطة التيارات البحرية أو الأمواج إلى مضايق وخلجان تقل نسبة ملوحة المياه فيها عن ملوحة مياه المحيط التى كانت تعيش فيها تلك الكائنات من قبل ، سرعان ما يتدهور نموها وتتعرض للفناء .

ب – كائنات تتحمل التغير السريع فى نسبة ملوحة المياه

Euryhaline Organisms

وتختلف هذه المجموعة عن تلك السابقة على أن لديها القدرة فى أن تتحمل التغيرات الطارئة فى نسبة ملوحة المياه . ومن السهل عليها أن تلائم نفسها لظروف البيئة الطبيعية التى تعيش فيها . وتعيش مثل هذه الكائنات عادة فى الخلجان والمضايق وعند مصبات الأنهار (حيث تتأثر نسبة ملوحة المياه تبعاً لفترات حدوث الفيضانات النهرية ويجب أن نشير إلى أن مقـــدرة تحمل الكائنات البحرية لمياه مختلفة الملوحة تختلف من كائن إلى آخر .

رابعا – حرارة المياه Temperature

تعتبر درجة الحرارة أهم العوامل الطبيعية التى تؤثر فى تنوع البيئة البحرية فهى تؤثر فى مدى سرعة إنقسام الخلايا العضوية والتغيرات الفسيولوجية التى تنتابها . وتؤثر حرارة المياه بصورة غير مباشرة كذلك فى تجمع الأكسجين المذاب فى المياه ، وفى مدى لزوجة المياه واختلاف كثافتها ، وكل هـذه عوامل هامة تؤثر فى تنوع الخصائص الطبيعية لمياه البحر .

وتعد معظم الكائنات الحيوانية البحرية من مجموعة الحيوانات ذات الدماء الباردة Cold - blooded ، ومع ذلك فان أى تغير يطرأ على درجة حرارة المياه يؤثر بدوره فى الحرارة الداخلية لأجسام الكائنات البحرية نفسها . وقد أدى اختلاف درجة حرارة المياه رأسيا وأفقيا إلى خلق بيئات خاصة لكائنات

بحرية مميزة يلزم كل منها مياه ذات درجة حرارة معينة . وتقسم الكائنات البحرية تبعاً لمدى تحملها لمياه مختلفة الحرارة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — كائنات تتحمل التغير البسيط فى درجة حرارة المياه وتعرف باسم Stenothermic

ب — كائنات تتحمل التغير الكبير فى درجة حرارة المياه وتعرف باسم Eurythermic

إلا أن بعض الكائنات التى تعيش فى المياه الباردة قد تنتقل خلال فصول معينة إلى المياه المدارية الدفيئة وتعيش فى أعماق بعيدة حيث تناسب درجة حرارة المياه نمو هذه الكائنات وفى المياه التى تتعرض درجة حرارتها للتغيرات اليومية والفصلية تعيش فيها عادة كائنات من السهل عليها أن تلائم نفسها للتغيرات التى تطرأ على درجة حرارة المياه كما هو الحال مثلا بالنسبة للكائنات البحرية التى تعيش فوق مياه الرفارف القارية الأوربية ومياه بحر الشمال .

وتؤثر درجة الحرارة كذلك فى كمية كربونات الكالسيوم التى تمتصها بعض الكائنات البحرية لتكون لنفسها غطاءات وأصداف وهياكل جيرية . فعملية إستخلاص الجير من الماء بواسطة الكائنات البحرية تتم بسرعة عندما تكون درجه حرارة المياه مرتفعة ، وعلى ذلك نلاحظ أن أكثر تلك الكائنات التى تستخلص الجير من المياه تعيش عادة فى المياه المدارية الدفيئة مثل عائلات المرجان وفيما يختص بكائنات الفورامنيفرا نلاحظ أن مجموعاتها التى تعيش فى المياه المدارية الدفيئة تكون لنفسها غطاءات جيرية بينما تلك التى تعيش فى المياه الباردة يكون لها غطاء رملى رقيق .

وتؤثر درجة الحرارة كذلك فى إختلاف أحجام الكائنات البحرية من جهة ومدى تنوع عائلاتها من جهة أخرى . فنلاحظ أن الكائنات البحرية التى تعيش فى المياه الباردة أكبر حجماً من نفس عائلاتها التى تعيش فى المياه الدفيئة . كما تنوع عائلات الكائنات البحرية فى المياه الدفيئة بدرجة أكبر

منها فى المياه الباردة . ومن ثم نلاحظ أن المياه المدارية يعظم فيها إعـــداد العائلات السمكية إلا أنها محدودة الكمية بينما تحتوى المياه الباردة على عائلات سمكية محدودة الأنواع إلا أنها عظيمة الكمية . ولذا لم تنشأ مصائد أسمـاك بحرية عظمى فى الميـاه المدارية الدفيئـة ، اللهم إلا بجوار سواحل بيرو التى إستغلت إستغلالا إقتصادياً مجزياً منذ نحو خمس سنوات فقط .

خامسا ـ الاكسجين Oxygen

يعتبر الأكسجين ضروريا لنمو كل الكائنات البحرية بجميـع أشكالها فيما عدا بعض مجموعات البكتيريا ، ومع ذلك فان نسبة تجمع الأكسجين الذائب فى وحدة معينة من مياه البحر أقل بكثير من نسبة حجـم الأكسجين فى نفس كمية هذه الوحدة بالهواء . بل ويوزع الأكسجين الذائب فى مياه البحر دون إنتظام وتختلف نسبة وجوده فى المياه رأسياً وأفقياً من موقع إلى آخر ومع ذلك فهناك كميات من الأكسجين كافية حتى لنمو الـكائنات البحرية التى تعيش فى الأعماق البعيدة حيث تساعد حركات التقليب الرأسية على نقل المياه الذائب فيها الأكسجين إلى الأعماق البعيدة .

وتزداد درجة تشبع المياه بالأكسجين عندما تنخفض درجة حرارة المياه ، وتحتوى المياه المدارية السطحيـة على نحو ٤ ملليلتر من الأكسجين فى اللتر الواحد من المياه . أما فى مياه العروض الباردة فقد تحتوى على نحو ٨ ملليلتر من الأكسجين فى اللتر الواحد من المياه . وحيث تتغلغل هذه المياه الأخيرة إلى أسفل ، فتفقد عند نزولها بعض ما تحتويه من الأكسجين حيث تمتصه بعض الكائنات البحرية . وقد تبـين أن نسبة وجود الأكسجين فى الميـاه المعتدلة لا تقل عن ٣ ملليلتر فى اللتر : وفى بعض الميـاه المحلية كما هو الحال فيما بين عمـق ٣٠٠ ـــ ١٠٠٠ متر بجوار ساحل كاليفورنيا ، يكاد ينعـدم وجود الأكسجين بالمياه .

وفى المياه التى تقل فيها حركة التقليب الرأسية تنخفض كذلك نسبة وجود الأكسجين أو كميته فى المياه السفلية . وأحسن مثل لذلك ما يتمثل بميـــاه البحر الأسود ، فيلاحظ أن المياه السطحية لهذا البحر قليلة الملوحة . ومنخفضة الكثافة تبعاً للمياه العذبة العظمى التى تصبهـا أنهـار الدانوب والدن والدنيبر وعلى ذلك تبقى هذه المياه القليلة الكثافة فوق السطح دائمـاً . (أنظر الجدول الخاص بتوزيع الأكسجين بمياه البحر الأسود) ـ وعلى ذلك تمتص الكائنات البحرية فى البحر الأسود الأكسجين الموجود بالمياه السطحية حتى أعماق ١٥٠ متر من سطح الماء . ولكن أسفل هذا العمق تقل نسبة الأكسجين بل ويكاد ينعدم فى كثير من كتل المياه السفلية إلا أنه تبعـاً للتغـيرات الكيميائية وتحلل بعض الكائنات البحرية ساعد ذلك على وجود سلفات الهيدروجـين بالمياه وتمد هذه المواد الكائنات البحرية الأخرى بما يلزمها من الأكسجين . ويمكن القول أن نسبة وجود الكائنات البحرية فى المياه العميقة بالبحر الأسود محدودة جداً تبعاً لقلة وجود الأكسجين بالمياه .

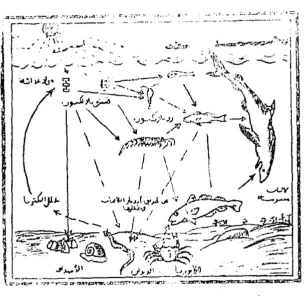
بعض الكائنات الحية فى البحار والمحيطات

يعتبر العامل الرئيسى الذى يساعد على استمرار تطور الكائنات الحية فى البحار والمحيطات هو طبيعة توزيع العائلات النباتية فى مياه البحار ، ذلك لأن كائنات البحر الأخرى من فقريات ولا فقريات تعتمد إعتماداً رئيسياً على مدى توفر هذه النباتات التى تعد أهم موارد غذائها . (شكل ٦٤) ويمكن تصنيف العائلات النباتية بالبحار والمحيطات إلى مملكتين رئيسيتين هما : ـ

(ا) نباتات المشريات Thollophyta

وتمثل أغلب النباتات التى توجد بمياه البحـار والمحيطات . وتتألف من نباتات أولية بدائية يتصف تركيبها العام بالبساطة كما وأن ليس لها

جذور أو أغصان أو أوراق بالمعنى الحقيقى . ومن هذه العائلة الطحالب Algae والفطريات البحرية Marine fungi وخاصه البكتيريا .



(شكل ٦٤) دورة نمو الكائنات الحية بالبحار والمحيطات .

وتنتشر عائلات المشريات فى المياه البحرية الضحلة، ومن بين مجموعاتها حشائش الأنكليس التى تزود الأسماك بالغذاء اللازم لها وعشب الخليج أو السرجوم ، وأعشاب اللمناريا التى تتغذى عن طريق جذور مثبتة . (شكل ٦٥) .

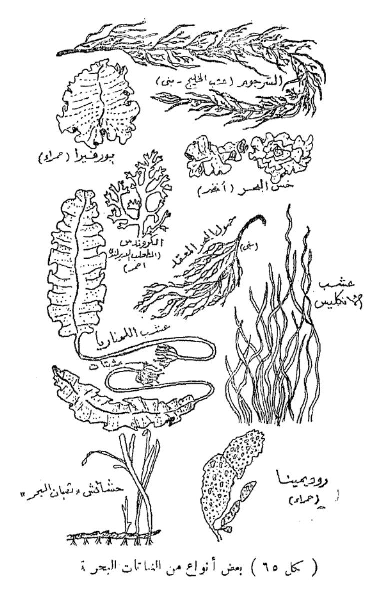
وتتميز الطحالب البحرية بتنوع ألوانهـا الجميلة تبعاً لإمتصاصها الأشعـة الضوئية ، ومن أعظم الطحالب إنتشاراً فى مياه البحر هى : ـــ

الطحالب الزرقاء : Myxophyceae

الطحالب الخضراء : Chlorophyceae

الطحالب البنية : Phaeophyceae

الطحالب الحمراء : Rhodophyceae



(شكل ٦٥) بعض أنواع من النباتات البحرية

(ب) **النباتات البذرية** Spermatophyta

وتعد هذه المجموعة من النباتات محدودة الإنتشار بمياه البحار والمحيطات ولا يزيد عائلاتها عن ٣٠ عائلة، فقط من بينها النباتات المزهرة **flowering plants** ويرجح أن هذه النباتات لم تتكون أصلا بمياه البحار ولكنها نقلت بواسطة مياه الأنهار والرياح من اليابس إلى البحر المجاور . ومن أهم أنواع هذه المجموعة من النباتات حشائش الثعبان البحرى eel grass ، والتى تعرف علمياً باسم

زوسترا Zostera ، (شكل ٦٥) . ولا تعتبر هذه الحشائش الأخيرة من الناحية النباتية الصرفة « حشائشاً » ، ذلك على الرغم من أنها تتركب من أوراق طويلة سيفية مطاطة تميل فى اتجاهات مختلفة تبعاً لحركة المياه . وتحتوى هذه الحشائش على جذور حقيقية تلتصق بجذع سفلى رئيسى rhizome ، وتنمو فى الأعماق السطحية من المياه فيما بين ٤ — ١٤ متر من سطح الماء خاصة على طول السواحل الأوربية وسواحل أمريكا الشمالية وبعض سواحل شرق آسيا ويعظم نموها على السواحل المحمية من فعل الأمواج الشديدة .

وتتوقف نمو هذه المجموعات النباتية بمياه البحار والمحيطات تبعاً لعوامل طبيعية متعددة ، إلا أن الأشعة الشمسية تعتبر أهم هذه العوامل جميعاً . وعلى ذلك تتركز هذه النباتات فى طبقة المياه السطحية حيث يسقط عليها أكبر قدر من الأشعة الشمسية .

وتساهم الأشعة الشمسية على تحويل بعض المواد الغذائية بمياه البحر Nutrient materials إلى كائنات حية وخلايا تعيش عليها الكائنات النباتية والحيوانية الأخرى . ويتم بواسطة الأشعة الشمسية فى الطبقة السطحية للمياه عملية التمثيل الكلوروفيلى (Photosynthesis) أى بناء المواد العضوية من أخرى غير العضوية والبسيطة التركيب [1] وتعتبر الأجزاء العليا من المياه التى تتأثر بالأشعة الشمسية عبارة عن شبه طبقة مائية رقيقة السمك (لا تتعدى ٢٠٠ متراً) ، ويعظم توغل هذه الأشعة بالمياه السطحية إذا كانت الأخيرة تتميز بصفائها . ففى البحار ذات المياه الصافيـة مثل البحر الكاريبى قـد تصل الأشعة الشمسية إلى عمـق ١١٠ متر تحت سطح البحر ، أما فى المسطحات الضحلة من مياه البحـار والمحيطات التى تكثر بهـا المواد العالقة والأرسابات المختلفة ، فلا تتوغل الأشعة الشمسية إلى أعماق بعيدة . ففى المسطحات المائية بالرفارف القارية قـد تصل الأشعـة الشمسية إلى عمق ٤٠ متراً بينما لا يزد

1 – Sverdrup, H. U., (The oceans···) Prentice - Hall Inc. (1962).

توغلها عن ١٥ متراً فى بعض المسطحات المائية القريبة من الشاطىء . ويؤثر إختلاف سمك مناطق المياه التى تتأثر بالأشعة الشمسية فى مدى كثافة النباتات البحرية وتطورها وتنوعها وتوزيعها الجغرافى ، ولهذه الظروف أثرها الكبير فى توزيع الكائنات البحرية الأخرى .

أما الأجزاء الدنيا من الكتل المائية التى لا يصل إليها أكثر من ١ ٪ من الأشعة الضوئية ، فينمو بها بعض الأعشاب والكائنات النباتية التى لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الضوء . وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن أعشاب البحر Sea weeds تنمو فى هذه الأجزاء الدنيا من الكتل المائية ، والتى يكون نصيبها من الأشعة الشمسية نحو ٠٫٠٣ ٪ من كمية الضوء الساقطة على سطح المياه .

ومن المعلوم أن الأسماك بمختلف أنواعها لا يمكن لها الرؤية على أعماق تبعد عن ٥٠٠ متراً من سطح الماء ، حيث تصبح المياه خالية من الضوء بل مظلمة تماماً عند هذا العمق ولكن ليس معنى ذلك أن مياه البحر فى هذه الأعماق المظلمة تخلو من الكائنات الحية ، ذلك لأن فى مقدرة بعض أنواع معينة من الأسماك أن تعيش فى مثل هذه البيئة ، ولا يتوقف أهمية الأشعة الشمسية على توزيع الضوء والحرارة بمياه البحار والمحيطات ، ولكن لها أكبر الأثر كذلك فى تشكيل المواد الغذائية بمياه المحيط Nutrient materials ، وهذه الأخيرة تطفو على سطح المياه ، وتعتبر المورد الأساسى لغذاء الكائنات الحية المختلفة فى البحار والمحيطات .

وتتنوع عائلات الكائنات الحية بالبحار والمحيطات وتختلف أشكالها تبعاً للبيئات الطبيعية المختلفة التى تعيش فيها . ويمكن أن نقسم هذه الكائنات إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

ا — **الفقريات** : وتشمل الأسماك[1] والثدييات البحرية .

ب — **اللافقريات** : وتشمل الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون والقشريات والكائنات الرخوة سواء أكانت أحادية أوثنائية المصراع(**شكل ٦٦**).

وحيث تتشكل هذه الكائنات تبعاً لظروف البيئة الطبيعية التى تعيش فيها ، فيحسن أن ندرس العلاقة المتبادلة بين مجموعات الكائنات البحرية والبيئة الطبيعية التى تعيش فيها ، حتى يسهل علينا تحديد المسطحات المائية ذات الأهمية الاقتصادية بالبحار والمحيطات . وعلى هذا الأساس يمكن أن نقسم مجموعات الكائنات الحية فى البحار والمحيطات إلى ما يلى : ـ[2]

١ — كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون : (البلانكتون النباتى — البلانكتون الحيوانى) .

٢ ـ الكائنات الحية فوق قاع المحيط : (البنثوس) .

---

(١) الأسماك من الحيوانات الفقارية Vertebrata ومن ذوات الدم البارد Cold-blooded ، أى تتغير درجة حرارتها تبعاً للوسط المحيط بها . وللاسماك زوجان من الزعانف Fins تقابل الأطراف limbs عند الفقاريات الأخرى . وأجسام الأسماك مغطاة بقشور Scales وتتنفس باستخلاص الأكسجين من المياه بواسطة الخياشيم Gills . وحيث أن الأسماك من الفقاريات فلابد أن تتركب من هياكل Skeletons ولكن هذه الهياكل تتألف من عظام متداخلة Bones وفى بعضها الأخر تتركب من مادة أكثر ليونة تسمى الغضروف Cartilage . وعلى ذلك يقسم بعض العلماء الأسماك الى مجموعتين كبيرتين هى **الاسماك الغضروفية** Chondrihthyes الصفيحية الخيشوم مثل القروش Sharks والتوابع Skates **والاسماك العظمية** Osteichthyes التى تنتمى اليها معظم أسماك المياه الملحية والمياه العذبة .

2 — King., C, A. M., (Oceanography for geographers), London, (1962).



(شكل ٦٠) بعض الكائنات البحرية الرئيسية .

٣ – الكائنات الحية التي تعيش بالقرب من قاع المحيط . (الدمرسال) .

٤ – الكائنات الحيـة التي تعيش بالقرب من سطح الميـاه بالبحار المفتوحة (الباجيك) .

٥ – الثدييات البحرية .

أولا ـ كائنات الفيتوبلانـكتون والزوبلانـكتون

تعتبر كائنات الفيتوبلانكتون النباتية والزوبلانكتون الحيوانيـة أساس دورة الحياة في مياه البحار والمحيطات ، حيث تتغذى عليها الأسماك والقشريات

والتى تتغذى عليها هى الأخرى الدييات البحرية . وعندما تندثر الزوبلانكتون وتتحلل تتغــذى على بقاياها الكائنات البحرية التى تعيش فوق القاع مثل الكائنات الرخوة والصدفية والديدان البحرية . (شكل ٦٤) .

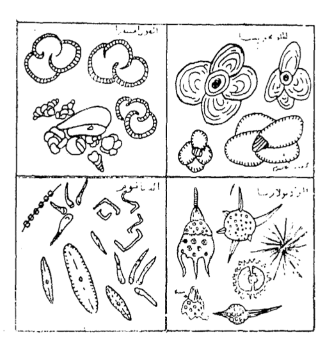
الفيتو بلانكتون Phytoplankton

يعد تعبير « بلانكتون plankton » تعبيراً مشتقاً من اللغة اليونانية القديمة ويرمز حسب دراسات هاردى Hardy عام ١٩٥٦ ، إلى « الشىء الذى خلق لكى يتجول أو يدفع ... (that which is made to wonder or drift ·

وهذا يدل على أن جميع نباتات البلانكتون أو بمعنى آخر الفيتوبلانكتون وبعض حيوانات الزوبلانكتون Zooplankton تحمل وتنقل مع الأمواج والتيارات المائية .

ويدل تعبير « نكتون Nekton » فى اللغة اليونانية على لفظ « سباحة » ، أو بمعنى آخر ، أن كل الكائنات التى تنطوى تحت هـذا الإصطلاح لا تتأثر حركاتها بالتيارات المائية بل تنتقل من مكان إلى آخر بواسطة قدرتها على السباحة هذا على الرغم من أن بعض كائنات « نكتون » مثل الأسماك الكبيرة الحجم كانت فى بداية حياتها عندما كانت بويضات صغيرة الحجم أو أجنة صغيرة من مجموعة البلانكتون تترنح مع التيارات المائية والأمواج .

وعلى ذلك تعتبر الفيتوبلانكتون كائنات نباتية صغيرة الحجم جداً ومن عائلاتها الدياتومات التى تدخل فى تركيب رواسب الأوز العميقة بعد تحللها وترسبها فوق القاع العميق . وكذلك الدينوفلاجلات Dinoflagellats وبعض الكائنات الأخرى مثل الكوكوليثوفورس Coccolithophores والهالوسفيرا Halosphaera (شكل ٦٧) . وتتجول هذه الكائنات تحت رحمة التيارات المائية وتبقى دائماً فى الطبقة السطحية من المياه حتى يمكن لها أن تستمد الضوء اللازم لنموها . ونتيجة لتحلل الفيتوبلانكتون بواسطة الأشعة الضوئية فهى



(شكل ٦٧) نماذج من الكائنات البحرية التى تدخل فى تركيب رواسب الأوز العميقة .

بذلك تمثل أساس تكوين المواد العضوية المعقدة مثل السكريات والدهون والبروتينات . (١) وتتألف كائنات البلانكتون أساساً من المواد الغذائية النباتية الخضراء والتى تحتوى على مادة الكلوروفيل .

ولما كانت الكائنات البحرية الأخرى لا تستطيع أن تبنى المواد العضوية مثل السكريات والدهون والبروتينات بنفسها ، بل تحصل عليها بطريق مباشر او غير مباشر بواسطة كائنات الفيتوبلانكتون النباتية . فانه لو إنعدمت هذه النباتات الأخيرة بمياه البحار لإنعدمت الحياة بدورها فى بحار العالم .

وتصنف الفيتوبلانكتون إلى مجموعات مختلفة من الدياتومات حسب طرق طوفانها بالمياه إلى ما يلى : —

ا — الدياتومات النصلية Bladder type

وتتميز بأن خليتها كبيرة الحجم نسبياً ويحيطها جدار من البروتوبلازم ،

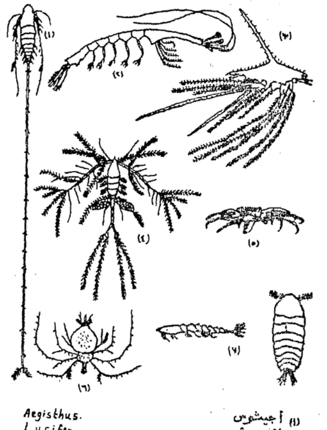
ا ـ أ ـ أنور عبدالعليم ، «أضواء على قاع البحر» ، المكتبة الثقافية ـ القاهرة ١٩٦١

ب ـ أنور عبد العليم ، « ثروتنا المائية » المكتبة الثقافية ـ القاهرة ١٩٦٤ .

وتتغلغل الكائنات إلى الأعماق السفلى فى إتجـــاه رأسى ملتوى Zigzag حتى تؤخر عملية إندفاعها إلى أسفل .

ب — الدياتومات الشعرة Needle or Hair type

وهذه تتميز بأن لها زيلا طويلا يشبه الأبرة أوالشعرة الطويلة (شكل ٦٨) وعندما تندفع إلى أسفل ، يقف زيلها الطويل فى وضع أفقى بالنسبة لإتجاه قوة الشد ومن ثم تعرقل عملية هبوطها بسرعة .



(١) أجيشوس Aegisthus.
(٢) لاسيفر Lucifer.
(٣) نابليوس Nauplius.
(٤) أيثونا Oithona.
(٥) بلاجيوثوريا Pelagiothuria.
(٦) فيلوسوما Phylosoma larva of lobster.
(٧) سافيرينا Sapphirina.

(شكل ٦٨) نماذج من كائنات البلانكتون ، وخصائصها المتنوعة التى تساعدها على الطوفان بالمياه السطحية

جـ — **الدياتومات الشريطية Ribbon type**

وهذه تتميز بأن خليتها عريضة ومسطحة وتتصل ببعضها بواسطة سلاسل عضوية تعمل على ربط خلاياها بعضها بالبعض الآخر . وهى محدودة الإنتشار بمياه البحار والمحيطات . (شكل ٦٨) .

د — **الدياتومات الشجرية The branched type**

وتشتمل هذه الدياتومات على مجموعة كبيرة من الأفرع التى تعمل على تخفيف حدة إندفاعها إلى أسفل . وهى أكثر الدياتومات إنتشاراً بمياه البحار والمحيطات .[1]

ومهما عظم كثرة الفيتوبلانكتون وإنتشارها بمياه البحار فان حجم كل خلية منها نادراً ما يزيد عن الحجم الطبيعى الدقيق بحيث يصعب رؤيتها بالعين المجردة . وتتأثر كثافة الفيتوبلانكتون وكثرتها فى المسطحات المائية تبعاً لظروف طبيعية مختلفة تتلخص فيما يلى : —

١ — كمية الضوء .

٢ — درجة الحرارة .

٣ — نسبة الملوحة .

٤ — مدى وفرة المواد الغذائية بالمياه .

وتزداد كائنات الفيتوبلانكتون بالمياه ، عند إرتفاع درجة حرارة المياه إلى مقدار معين يمثل الحد الاقصى لنمو الفيتوبلانكتون بها . أما إذا ارتفعت درجة حرارة المياه إرتفاعا كبيراً عن هذا الحد . تنخفض درجة لزوجة المياه Viscosity ، ومن ثم يصعب على الفيتوبلانكتون البقاء طافية فوق سطح المياه.

---

1 — Sverdrup, H. U., (The Ocean,,) Prentice - Hall Inc. (1962).

وتعتبر نباتات الفيتوبلانكتون من الكائنات المحبة للضوء . ولذا تتجمع فوق سطح المياه حيث إن نصيبه من الضوء أكثر من الكتل المائية السفلية .
وتؤثر المواد الغذائية Nutrients فى طبيعة نمو الفيتوبلانكتون ومدى خصوبة المياه وتبعاً لدراسات « لى Lee » عام ١٩٠٨ [1] . تبين أن المواد الرئيسية التى تدخل فى تركيب المواد الغذائية للفيتوبلانكتون تتألف من :ـ

المواد	جزء فى المليون (بالوزن)
فوسفور	٠٫٠٠١ — ٠٫١٠
نيتروجين	٠٫٠١ — ٠٫٧
سليكون	٠٫٠٢ — ٤٫٠
نحاس	٠٫٠٠١ — ٠٫٠١
حديد	٠٫٠٠٢ — ٠٫ ٢

ومن ثم فان أخصب مياه البحر . الطبقة السطحية المعرضة لأكبر قسط من الأشعة الشمسية ، ويشابه فعل المواد الغذائية فى تخصب مياه البحر أثر الأسمدة العضوية والنترات فى تخصيب التربة الزراعية . ولما كان من الضرورى أن تتغير هذه المواد وتتجدد باستمرار ، كما هو الحال كذلك بالنسبة للأسمدة فى التربة التى يجب أن تستبدل بغيرها كل عام . لذا تقوم الفيتوبلانكتون بحركات رأسية وأفقية للبحث عن المواد الغذائية التى تتشكل كثافتها تبعاً لحركة الأمواج والتقليب الرأسى .

ويمكن أن تقسم المسطحات المائية إلى أقسام مختلفة حسب إختلاف مدى خصوبتها . إلى مناطق بحرية جرداء ، ومناطق بحرية خصبة غنية . وتمثل

---

1 - Lee A. J., chap. 18 in P. Lake (Physical geography,) Cambridge, 1958.

الأولى المسطحات المائيه التى إستغلت فيها المواد الغذائية ولم تتجدد بغيرها ثانية ، وينجم عن ذلك فقر الكتل المائية بالكائنات البحرية المختلفة. أما المناطق الخصبة فتتميز بوفرة المواد الغذائية فيها وتجديدها باستمرار مما يساعد على نمو الكائنات البحرية المختلفة (شكل ٧٦) . وتعتبر حركة التيارات البحرية وعمليات تقليب المياه من أهم العوامل التى تؤثر فى تجديد المواد الغذائية القديمة « التى تعرضت لتفاعل البكتريا ، وأصبحت غير مجدية لنمو الكائنات البحرية » بغيرها من مواد خصبة جديدة تحتوى على نسبة كبيرة من الفوسفات والنترات التى تمثل الغذاء الرئيسى للنباتات البحرية . وتتلخص أهم العوامل التى تؤثر فى تجديد الطبقات المائية والمواد الغذائية فيما يلى : ـ [1]

ا ـ الإختلاف الرأسى والأفقى لدرجة حرارة مياه البحر .

ب ـ تنوع نسبة الملوحة وإختلاف الكثافة .

جـ ـ طبيعة حدوث عمليات التوازن الرأسية للمياه .

د ـ إتجاه الرياح وسرعتها ، وأثر ذلك فى توليد حركة الأمواج وتشكيل إتجاه التيارات البحرية .

هـ ـ أثر حركة دوران الأرض فى تكوين مناطق جـذب وشد ، تؤثر بدورها فى حركة المياه وتجديد طبقاتها .

وقد دلت نتائج الدراسات البيولوجية التى أجريت فى بحر الشمال والمسطحات المائية فى العروض المعتدلة على أن نمو الفيتوبلانكتون يكون محدوداً خلال أشهر الشتاء (من أكتوبر إلى فبراير) ومن ثم لا تتميز المياه البحرية بخصوبة واضحة خلال هـذه الفترة ، ثم تتعرض كائنات الفيتوبلانكتون لعوامل طبيعية مختلفة تؤثر فى سرعة نموها وتكاثرها خاصة فى شهر مارس ، عندما تبدأ درجة الحرارة فى الإرتفاع التدريجى ، ومن ثم عرفت هـذه الفترة

1 — King,C.A. M, (Oceanography for geographers,) London, (1962)

باسم « فترة الإزدهار الربيعى للفيتوبلانكتون « The spring flowering ».

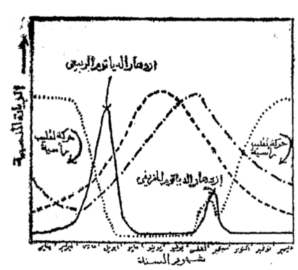
ويزدهر نمو الفيتوبلانكتون كذلك فى الخريف أى فى الفترة الواقعة بين أغسطس وأوائل سبتمبر . ويطلق على هذه الفترة الأخيرة اسم فترة الإزدهار الخريفى [1] The autumn flowering . أما فيما بين هاتين الفترتين فتقل نسبة إزدهار الفيتوبلانكتون بصفة عامة . وبمجرد إنتهاء كل من فترتى الإزدهار الربيعى والخريفى ، تقل نسبة نمو الكائنات البحرية بنفس الدرجة التى تزداد وتزدهر فيها بسرعة (شكل ٦٩) .

ولدورة إزدهار البلانكتون ، أثر كبير فى تجديد مواسم صيد الأسماك ببحر الشمال . ففى فصل الشتاء عندما تتعرض مياه بحر الشمال إلى حركة الأمواج ، والتيارات البحرية ، وأثر المد والجزر ، تتغير طبقات المياه باستمرار مما يؤدى إلى إنتشار المواد الغذائية بالمياه ، ولكن يلاحظ أن كثافة هذه المواد تعد محدودة جداً فى هذا الفصل تبعاً لإنخفاض درجة حرارة المياه وقلة عدد ساعات شروق الشمس من ناحية ، هذا بالإضافة إلى أن المياه تتسم فى هذا الفصل بكثرة الشوائب والمواد المعلقه بها . أما خلال فصل الربيع ، فتبدأ درجة حرارة مياه البحر فى الإرتفاع التدريجى ، وتزداد كمية الضوء تبعاً لزيادة عدد ساعات شروق الشمس ، كما تتأثر المياه بعمليات التقليب الرأسية وتساهم كل هذه العوامل مجتمعة على تجديد البلانكتون وسرعة إزدهارها . ولذا تسجل أكبر كميات الصيد فى بحر الشمال خلال فترتى الإزدهار الربيعى والإزدهار الخريفى ، بينما تنخفض كمية الأنتاج السمكى كثيراً خلال فصلى الشتاء والصيف .

وتعتبر مياه الجزء الجنوبى من بحر الشمال (إلى الجنوب من دائرة عرض نهر التيمز) من أخصب مياه هذا البحر ويرجع ذلك إلى ما يلى :-

---

I – Balls, R., (Fish Capture), London, (1961).



(شكل ٦٩) الدورة السنوية لأزدهار الدياتوم ببحر الشمال ، والعوامل التى تؤثر فيها .

ا ـــ حدوث عمليات التقليب أو التوازن الرأسية بالمياه طوال فترات السنة .

ب ـــ ضحولة المياه بالإضافة إلى خصائصها الطبيعية المناسبة والتى جعلت منها أرض حضانة مناسبة للاسماك الصغيرة Nursing ground .

ج ـــ دفء المياه واعتدال درجة حرارتها .

د ـــ وفرة المواد الفوسفورية بالمياه والمواد الأساسية الأخرى التى تدخل فى تركيب المواد الغذائية بالمياه

وعلى الرغم من أن المقذوفات التى تصبها مجارى « لندن العظمى » فى مياه هذا الجزء من بحر الشمال ، تعمل على كثرة الشوائب والمواد العالقة بالمياه مما قد لا يساعد فى بعض الأجزاء المحلية على تكوين البيئة المناسبة لنمو بعض الكائنات البحرية ، إلا أن هذه المقذوفات ساعدت من ناحية أخرى على وفرة المواد الغذائية بالمياه . وتذكر كينج C. M. King [1] عام ١٩٦٢ بأنه

1 – King, C. A. M., (Oceanography..), London, 1962.

ينجم عن هذه المقذوفات إضافة نحو ٢٩٠٠٠ طن من الفوسفور سنويا بمياه البحر . ومن دراسة البيانات الإحصائية لكمية المصاد من الأسماك في الأجزاء المختلفة من بحر الشمال يتضح أن كمية المصاد من الأسماك في هذا الجزء الجنوبي تزيد بنسبة ٢٥ : ١ عما يصاد في بحر البلطيق ، وبنسبة ٢ : ١ عما يصاد في بقية المسطحات المائية المختلفة ببحر الشمال.

وعلى النقيض من هذه المياه الخصبة ، تعد المسطحات المائية في بحر سرجاسو (شرق البحر الكاريبي) ، مياه قاحلة جرداء فعلى الرغم من وفرة الضوء وإرتفاع درجة حرارة المياه السطحية في هذا البحر ، إلا أن مياهه فقيرة جداً من حيث المواد المنعشة والغذائية فيها . ويعزى ذلك إلى ندرة حدوث عمليات التقليب الرأسية بالمياه السطحية وشدة حرارة المياه .

ومن الصعب معرفة تعداد كائنات الفيتوبلانكتون المنتشرة على سطح المياه ، والكن طبقاً لتقدير كل من جونستون ، وسكوت ، وشادويك Johnstone, Scott and Chadwick,1924 [1] فان متوسط تعداد كائنات الفيتوبلانكتون خلال شهر أبريل في بحر الشمال تبلغ نحو ٧٢٧٠٠٠٠ وحدة في المتر المكعب . بينما يبلغ تعداد الزوبلانكتون في نفس هذا الشهر وبنفس الموقع نحو ٤٥٠٠ وحدة في المتر المكعب ، مما يدل على أن كائنات الفيتوبلانكتون النباتية دقيقة الحجم جداً ، إذا ما قورنت بغيرها من الكائنات البحرية الأخرى .

ب ـ كائنات الزوبلانكتون Zooplankton

يتوقف مدى نمو الزوبلانكتون (البلانكتون الحيوانية) وازدهارها خلال فترة تكوينها الأولى تبعاً لوفرة كائنات الفيتوبلانكتون (البلانكتون النباتية)

---

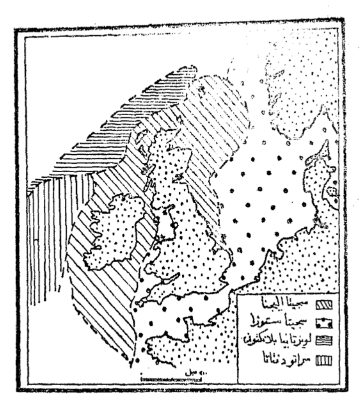
1 – Johnstone J. et al, (The marine plankton), London, 1924.

التي تتغذى عليها . ويطلق تعبير « زوبلانكتون » على مجموعة من الكائنات البحرية ، منها تلك الأسماك الهلامية الصغيرة Tiny jellyfish ، والديدان السهمية Arrow Warms والكرستاسيا أو الكوبوبود Crustacea or Copepods وعائلة كالنوس Galanus التي تمثل أهم غذاء لأسماك الرنجة .

وقد تبين من نتائج الدراسات البيولوجية أن كل مجموعة من كائنات الزوبلانكتون تعيش في مسطحات مائية تتميز بظروف طبيعية خاصة ، أي قد تعتبر أنواع كائنات الزوبلانكتون المختلفة دليلا واضحاً يرمز إلى مزايا الطبقات المائية التي تتكون فيها ، وتنوع خصائصها الطبيعية ، وعلى سبيل المثال يمكن تمييز الكتل المائية السطحية على طول الساحل الغربي للجزر البريطانية تبعاً لأنواع الزوبلانكتون التي تزدهر فيها وتتمثل هذه الأنواع في الديدان السهمية التي تؤثر في تشكيل ألوان المياه . ويميز بحر الشمال ومياه القنال الانجليزي أنواع أخرى من كائنات الزوبلانكتون تعرف باسم سجيتا ستوزا Sagitta Setosa ، وتشكل المياه باللون الأخضر بينما يشكل الأجزاء الشمالية الغربية من بحر الشمال كائنات أخرى تعرف باسم سجيتا إليجنا Sagitta Elegans والتي تصبغ المياه باللون الأزرق . ومن الطريف أن الحدود الفاصلة بين هاتين المنطقتين السابقتين ببحر الشمال واضحة مميزة ، بل ومن السهل تحديد الإبعاد الهامشية لكل منها تبعاً لإختلاف لون المياه السطحية [1] (شكل ٧٠)

وتساعد عملية تمييز مجموعات الزوبلانكتون بالمياه على تحديد إتجاه حركة التيارات البحرية السطحية . فقد تبين أن التيارات البحرية التي تخرج من البحر الأبيض المتوسط عبر مضيق جبل طارق ، ينساب بعضها شمالا نحو السواحل الغربية للجزر البريطانية على شكل تيارات مائيه شبه سطحية . وقد لاحظ

1 – Hardy, A., (The Open Sea), 2 vols., London, 1959.



(شكل ٧٠) تصنيف المياه حول الجزر البريطانية تبعاً لمجموعات الزوبلانكتون التي تميزها.

الباحثون هذه الحقيقة بعد دراسة التوزيع الجغرافي لكائنات الزوبلانكتون المختلفة . فتعد الكائنات التي تتكون بمياه البحر الأبيض المتوسط من العائلات التي تتكون بالمياه المعتدلة الدفيئة ، أما تلك التي تتكون بمياه الجزر البريطانية ، فهي من الزوبلانكتون التي تتكون بالمياه المعتدلة الباردة . ومن ثم فان وجود الأولى بمواقع الكائنات الثانية يدل على إندفاعها مع التيارات البحرية .

ولا تتوقف هجرة الزوبلانكتون الحيوانية على إنتقالها أفقيا من مسطح مائي إلى آخر ، بل تقوم كذلك بحركات رأسية بالمسطح المائي الواحد . فتتوغل بعض كائنات الزوبلانكتون إلى أسفل بطبقات المياه السفلية أثناء النهار ، ثم صعد إلى أعلى ثانية بالقرب من سطح الماء أثناء الليل وقد تتم دورة هذه الحركة الرأسية في كتلة مائية متوسط سمكها نحو ١٠٠ متراً من سطح الماء .

ومن أهم كائنات الزوبلانكتون التي تقوم بهـــذه الدورة الرأسية مجموعة الكالنوس Calanus Copepod وعلى الرغم من أن كل من هذه الكائنـات الأخيرة تبدو على شكل حبة الأرز تقريباً إلا أنه في مقدرتها السباحة والصعود إلى أعلى بسرعة قد تبلغ نحو ٥٠ قدماً في الساعة . وقد إستنتج بعض الباحثين أن السبب في هجرة الزوبلانكتون الرأسيه قد ترجع إلى أثر الضوء سواء أكان قوياً أو ضعيفاً وعلاقتـه بنمو الزوبلانكتون ومدى إستجابتهـا له ، بينما يرجح البعض الآخر أن هذه الكائنات تحاول أن تجد لنفسها البيئة الصالحة الغنية بالمواد الغذائية اللازمة لإستمرار بقائها . فاذا لم تتمثل هذه البيئة على سطح المياه ، فمن السهل على هذه الكائنات أن تبحث عن مورد رزق جديد بتحركها إلى أسفل بدلا من تحركها آفقياً . أو بمعنى آخر أنه من الأوفق لكائنـات الزوبلانكتون أن تبحث لنفسها عن بيئة مناسبة لنموها تبعاً لتحركها رأسياً ، حيث إن هذه الكائنات البحرية لا تستطيع أن تتحرك أكثر من بضعة مئات من الأقدام يومياً . فاذا قطعت هذه المسافة أفقياً ، فسوف لا يكون هنـاك أي تغيرات جوهرية في البيئة البحرية . أما إذا قطعت الكائنات هذه المسافة (مئات الأقدام) رأسياً ، فربما تجد لنفسها بيئة بحرية أفضل .[1]

ومن دراسة التوزيع الجغرافي لكل من كائنات الفيتوبلانكتون . وكائنات الزوبلانكتون تبين أنها توجد على شكل بقـع متناثرة منفصلة . وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن الزوبلانكتون تقتات أساساً على كائنات الفيتوبلانكتون ومن ثم كان من الصعب بقائهما سويا لفترة طويلة . فبمجرد عـــدم وجود كائنات الفيتوبلانكتون من مسطح مائي ما ، سرعان ما تبحث الزوبلانكتون عن غيرها من جديد حتى يمكن لهـا أن تستمر في دورة نموها وتطورها . ولا تقتصر هذه العلاقة على كل من كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون

1 - **Russell, F. S.**, (The vertical distribution of marine macroplanktons. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., (19?7), 13 — 19.

فقط ، ولكن نجدها كذلك بين أسماك الرنجة وبعض عائلات الحيتان حيث يتأثر كل منها بهجرة الآخر .

ثانياً ـ الكائنات الحية فوق قاع المحيط

« بنثوس Benthos »

يطلق على الكائنات البحرية التي تعيش فوق قاع البحر وفي داخل الأجزاء العليا من رواسب القاع اسم « بنثوس » . وتلعب هذه الكائنات دوراً كبيراً في تطور سلسلة الحياة بالبحار سواء أكانت آكلة أو مأكولة . وتؤثر الخصائص الجيومورفولوجية العامة لقاع المحيط . وإختلاف أعماق المياه ، وتنوع خصائصها الطبيعية في تحديد العائلات المختلفة من البنثوس فوق أرضية الأجزاء المختلفة من قاع المحيط . وتتميز كائنات البنثوس بخصائص فسيولوجية متعددة خاصة في منطقة الرفارف القارية ، حيث يصبح في إمكان هذه الكائنات أن تستمد قسطاً كبيراً من أشعة الشمس في هذه البيئة الأخيرة ، وأن تجد غذاءها متوفرا ، والذي يتمثل في كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون وبعض الكائنات البحرية الأخرى .

ويعظم تجمع عائلات البنثوس خاصة في المناطق الغنية بكائنات البلانكتون فمثلا عند مدخل بحر البلطيق وفي مياه مضيق كاتجات Kattegat ، قدر بعض الباحثين أن في كل منطقة مائية مساحتها نحو ٣٥٠٠ ميل مربع تحتوى على نحو ٢٣٠,٠٠٠ طن من أسماك الدرجة الأولى (ذات الأهمية الإقتصادية) . ونحو ٣٨٠,٠٠٠ طن من أسماك الدرجة الثانية . وقد ساعد وجود كميات البنثوس الهائلة بهذه المسطحات المائية على إمكان صيد نحو ١٣,٠٠٠ طن من أسماك البليس سنوياً . وتتناول عائلات البنثوس غذاءها بواسطة ثلاث طرق مختلفة تتمثل فيما يلي : —

ا — يمتص بعضها الغذاء الدقيق الحجم والمعاق بالمياه وتعمل هـذه الكائنات على فصل الغذاء عن بقية المواد الأخرى .

ب — تعيش مجموعات منهـا على الفضلات والرواسب التى تترسب أو تتراكم فوق قاع المحيط .

ج — يعتبر بعضها الآخر حيوانات مفترسة آكلة لحوم Carnivorous أو بمعنى آخر تتغذى على إلتهام مثيلتها والأصغر منها حجماً أو عمراً .

وتختلف أشكال البنثوس تبعاً لطبيعة قاع البحر الذى تنشأ فوقه . فتتميز عائلات البنثوس التي تعيش فوق قاع المحيـــط المغطى بالرواسب المختلفة بخصائص فسيولوجية متنوعة . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن عائلات المايا Mya، والكارديوم Cardium ، والأنسيس Ensis تدفن نفسها فى رواسب قاع المحيط ، وتتغذى بواسطة خرطوم طويل مزود بفمهـا Siphon ، وكثيراً ما يبقى خرطوم فمها فوق سطح قاع المحيط ، بينما يدفن الكائن جسمه فى الرواسب ، وتقتات معظم كائنات البنثوس التى تعيش فوق القاع الصخرى على الرواسب والذرات المعلقة بالمياه بعد إمتصاصها وتصفيتهـا من المواد الأخرى . ومن أمثلة ذلك عائلة البوليزوا Polizoa . وتقتات بعض الأصداف ثنائية المصراع Bivalve على الرواسب المعلقة بالمياه . ومن ثم تفتح هذه الأصداف فوهاتهـا العريضة لإستقبال أكبر قدر من المياه ثم تقوم بتصفية ما يتمثل بالمياه من غذاء . ويدخل ضمن مجموعة البنثوس الأصداف التى تعيش فوق القـاع الصخرى للمحيط ، وكذلك أصداف الأويستر Oysters والأسكالوب Scollops . (1)

وتتشكل كائنات البنثوس بأشكال مختلفة حتى يتسنى لها استمرار البقاء فى البيئة الطبيعية التى تعيش فيها . فمثلا تدفن كائنات الأيكونيد Echinocardium ، وكائنات النجوم اللامعة

---

1 - Laughton, A. S., (The Sea floor), Sci Prog. vol. 47, (1959), 230 - 249.

Amphiura filiformis نفسها فى الرمال . ومن غذاء الأولى حبات الرمال وبعض المواد العضوية التى قد تلتصق فوق أسطح قشورها . بينما تستخدم الثانية أزرعها المطاطة السريعة الحركة للحصول على الغذاء اللازم لبقائها . ومن عائلات البنثوس كذلك بعض مجموعات من كائنات الفورامنيفرا . ولكن تختلف هذه الكائنات الأخيرة عن الفورامنيفرا البلانكتونية Planktonic. foramonifera التى تتكون من أصداف جيرية . وتبنى عائلات الفورامنيفرا البنثوسية لنفسها مساكن لها ، تعيش فيها وحولها كذلك فتبنى كائنات سومسفيرا راستيكا Psammasphaera Rustica لنفسها بيوت على أشكال كروية هندسية جميلة ، ذلك على الرغم من أنها لاتملك حاسة البصر أو الحاسات العضوية الأخرى .

أما أنواع البنثوس الآكلة للحوم فهذه لم تدرس بالتفصيل إلا منذ عهد قريب فقط ، ومنها تلك الكائنات المعروفة باسم الديدان النافشة Polushaetes ، ونيران البحر Aphrodite ، وكسلانة البحر Nudibranchs ، وسمك النجمة Starfish ، وتتغذى هذه الكائنات إما على غيرها من ديدان البحر وقواقعه وأصدافه أو قد تتغذى بأكل مثيلتها الأصغر منها حجما .

وتعد عائلات الكابوريا (Crabs)[1] والجمبرى Shrimps ، والسرطان

---

(١) يلاحظ أن أبو جلمبو (الكابوريا) Crab عبارة عن حيوان مفصلى Arhropod بينما المحارة Oyster والقوقع Snail والحبار مثل حبار البسيط Cuttlefish كلها تنتمى الى الرخويات M llusca وتختلف الرخويات عن المفصليات والفقاريات فى أن ليس لها هيكل ، ومعظم الرخويات صدفة خارجية ولكن لاتعد هذه هيكلا لها .

وتنقسم الرخويات الى ثلاث مجموعات رئيسية هى : ـ

ا ـ ذات المصراعين Biv lves أو صفائحية الخياشيم Lamellibranchs (مثل بلح البحر ومحار الجندوفلى) .

ب ـ ذات المصراع الواحد Univalves أو البطنقدميات Gastropods (مثل القواقع) .

جـ ـ الرأسقدميات Cephalopods وتشمل على الأخطبوط Octopuses وحبار الأسكويد وحبار السبيط . بالاضافة الي مجموعات أخرى ثانوية تعرف باسم ثنائية العصب ، ومجدافية القدم ، ووحيدة اللوح .

البحرى Lobsters من العائلة الكبرى المعروفة بالقشريات « كرستاسيا Crustacea » وتعيش هذه الكائنات عادة فوق القاع الصخرى للمحيط . وجدير بالإشارة إلى أن الإنسان يتغذى على نوع واحد فقط من عائلة الكابوريا . أما بقية الأنواع الأخرى مثل تلك التى تعيش فى داخل الصراع الحالى للجاستروبود وغيرها فليست صالحة للطعام .

الكائنات البحرية الحية التى تعيش بالقرب من قاع المحيط

أسماك الدمرسال Demersal Fish

تقسم هذه المجموعة من الكائنات البحرية بدورها إلى قسمين رئيسيين تبعاً لإختلاف شكلها العام وهما : —

(ا) الأسماك المسطحة الشكل Flat Fish وأهمها :

البليس Plaice ، والسول Sole والهاليبوت Halibut

(ب) الأسماك المستديرة الشكل Round Fish وأهمها :

الكود Cod ، والهادوك Haddock ، والهيك Hake

١ ـ الأسماك المسطحة الشكل

تتخذ الأسماك الشكل المسطح عندما تعيش معظم أوقاتها بالقرب من قاع البحر . وتشكل الأسماك نفسها فى هذه الحالة تبعاً لظروف البيئة التى تعيش فيها ، وتتخذ لنفسها جسماً مسطحاً ، وتتحول أعينها بالتدريج إلى جانب واحد من رأسها . ومن أحسن أمثلة هذه المجموعة من الأسماك البليس Plaice (Pleuronectes Platessa) . الذى يعد أهم أسماك بحر الشمال من الناحية التجارية . ويتنقل سمك البليس من موقع إلى آخر . وجسمه دائما

فى موضع معين بحيث يكون جانب وجهته إلى أسفل ، أما ظهره فيكون إلى أعلى مواجها للمياه السطحية . ويتلون جانبه الأعلى باللون الذى يغلب على لون البيئة المائية التى يعيش فيها ، وغالباً ما يكون بنياً [1].

وتفرز أنثى هذه الأسماك كميات هائلة من البيض قد تبلغ نحو ½ مليون بيضة فى المرة الواحدة . ويضع أناث البليس بيضها فى منتصف فصل الشتاء فى الجزء الجنوبى الغربى من بحر الشمال بمنطقة فليميش Flemish Bight . وعند رأس فلمبره Flamborough Head وبالمياه الساحلية الواقعة إلى الجنوب من مدينة سكاربره Scarborough وعلى طول الساحل الشمالى الشرقى لإسكتلند ، وفى البحر الإيرلندى . ثم تعمل التيارات البحرية على نقل كتل بيض السمك صوب الساحل الشمالى لهولندة ، أى ينقل هذا البيض من مكان وضعه فى القسم الجنوبى الغربى من بحر الشمال إلى المسطحات المائية الشمالية الشرقية منه. وقد تبين للعلماء ذلك من نتائج التجارب التى أجريت بواسطة الزجاجات العائمة التى تطفو على سطح مياه البحر . وتدفع الأمواج والتيارات البحرية هذه الزجاجات من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى على طول الساحل الهولندى [2] كما دلت نتائج هذه الدراسات كذلك بأن متوسط سرعة نقل البيض فى هذا الإتجاه السابق تتراوح من ١،٥ إلى ٣ ميل فى اليوم (شكل ٧١ – ١) .



(شكل ٧١ ا) موقع وضع بيض سمك البليس وتحرك الأجنة إلى أرض الحضانة على طول الساحل الهولندى

1 - Wimpenny, R. S., (The plaice), London, 1953,
2 - King, C. A. M., (Oceanography···), London, 1962.

وفى المراحل الأولى عندما يفقس البيض ، تبلغ الاجنة شهراً من العمر، يشبه شكلها العام خلال هذه الفترة شكل الأسماك المستديرة العادية . ولكن عندما تبلغ الأجنة نحو ٧ أسابيع من العمر تتخذ لنفسها الشكل الأملس المسطح ولا يزيد طولها عن ٠٫٧٥ بوصة .

وتعتبر الرياح خلال هذه المرحلة ، عاملا هاما يساعد على إتمام عملية دورة نمو البليس، حيث تتوقف حركة الأجنة فى هذه الفترة الأولى من النمو على اتجاه الرياح والتيارات البحرية التى قد تدفعها إلى الأماكن المناسبة الغنية بالمواد الغذائية ، أو قد تجرفها إلى مناطق قاحلة غير صالحة لاستمرار نمو الأسماك الصغيرة . وتستقر الأجنة فى أرض الحضانة Nursing ground

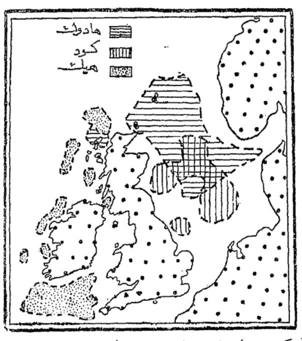
(شكل ٧١ ب) انتشار أسماك البليس شمالا فى بحر الشمال ، كلما ازدادت حجماً ، وكبرت عمراً

بمياه الساحل الهولندى ، لمدة قد تستمر لنحو عامين . وعندما تكبر الأسماك فى العمر عن ذلك تتجه صوب الأعماق البعيدة نسبياً فى الجزء الشمالى من بحر الشمال . وعندما يتراوح عمر أسماك البليس من ٤ — ٦ سنوات ، يبلغ متوسط طول كل منها نحو ٤٥ سم ، وفى هذه المرحلة تتجمع الأسماك فى المياه العميقة على طول الساحل الاسكتلندى (شكل ٧١ ب) .

ولا تقتصر مصايد أسماك البليس على مياه بحر الشمال فقط ، بل تمتد مصايده كذلك فى بعض أجزاء أخرى من شمال المحيط الأطلسى . وتعيش الأسماك فى هذا الموقع الأخير فوق قاع رملى على عمق يتراوح من ٤٠ — ١٠٠ قامة . كما يصاد البليس حول سواحل إيسلند ، ولو أنه يرجع هنا إلى عائلات أخرى من البليس غير تلك المجموعات التى تصاد من مياه بحر الشمال .

ب - الاسماك المستديرة الشكل

من أهم أنواع الأسماك المستديرة الشكل تلك المعروفة باسم الكود، والهادوك، والهيك. وسنتحدث في الصفحات التاليـة عن مصايد سمك الكود وهجراته ذلك لأنه يعتبر أهم هذه الأسماك من الناحية التجارية وأكثرها إنتشاراً في مياه بحر الشمال خاصة (شكل ٧٢) والمياه المعتدلة الباردة ببحار العالم عامة . ويصاد الكود على طول السواحل الغربية والشرقية للمحيط الأطلسى الشمالى



(شكل ٧٢) مناطق تكاثر بعض المجموعات السمكية وانتشارها في المياه المحيطية حول الجزر البريطانية

والسواحل الشمالية للجزر الإسكندينافية . وتمتد مصايده جنوباً حتى دائرة عرض رأس هتراس Cape Hatteras (دائرة عرض ٣٥° شمالا على الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية جنوب خليج شيسبيك) في الجزء الجنوبى الغربى من المحيط الأطلسى الشمالى ، وخليج بسكاى شرقاً .

وتتركز مصايد أسماك الكود ببحر بارنتس Barents ، والبحر الأبيض

White Sea بشمال النرويج ، وحول جزيرة إيسلند ، وعلى طول الساحل النرويجى الغربى وفى مياه بحر البلطيق وبحر الشمال وعلى طول السواحل الغربية للجزر البريطانية . كما تزدهر مصايد سمك الكود فى ميــــاه الجراند بانك Grand Banks حول جزيرة نيوفوندلاند . وحول سواحــل جرينلند وعلى طول الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية . وقد وجد فى مياه المحيط الهادى الشمالى كذلك نوع آخر من السمك يشبه الكود الذى يعيش فى مياه المحيـط الأطلسى ، وأطلق عليه اسم « كود » كذلك ولو أنه لا ينتمى إلى عائلة الكود بمياه المحيط الأطلسى ويصاد سمك الكود بمياه المحيط الهادى من المصايد الغنية حول الجزر اليابانية ، وبمياه الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية .

وتبين من الدراسات البيولوجية أن هناك هجرة دائمة متواصلة بين عائلات الكود فى المسطحات المائية المختلفة . فمثلا تهاجر أسماك الكود من المياه حول جزيرة نيوفوندلاند إلى الشمال الشرقى صوب مياه جزيرة إيسلند . بينما تتجه أسماك الكود التى تعيش حول إيسلند شرقا ، لتتصل بعائلات الكود فى بحر بارنتس شمـــال النرويج . كما اتضح أن أسماك الكود فى مياه بحر الشمال ذات نوع خاص ينفصل عن بقية العائلات السمكية الأخرى . ويعيش الكود فى بحر الشمال بالقرب من قاع البحر بالمياه الضحلة التى لا يزيد عمقها عادة عن ٢٠٠ قامة .

وتتوقف حركة أجنة الكود (كمثل بقية أجنة الأنواع السمكية الاخرى) تبعاً لاتجاه التيارات البحرية التى تدفعها من مسطح مائى إلى آخر . وتبعـــا لتوزيع المواد الغذائية ومدى كثافتها على سطح الماء . فتفرز أناث أسماك الكود بيضها فى بحر بارنتس حـول جزر لوفتن Lofoten فيما بين شهرى مارس وأبريل ، ثم تدفع الرياح والأمواج بيض السمك إلى بقاع « أرض الحضانة » فوق رفرف سبتسبرجن القارى Spitzbergen Shelf . بينما قـــد تدفع التيارات المائية بعضها الآخر صوب المسطحات المائية الجنوبية الشرقية من بحر

بارنتس . وإذا دفعت الأجنة إلى أرض الحضانة فى الوقت المناسب لإزدهار كائنات البلانكتون ، يعظم نمو أسماك الكود الصغيرة ويزداد إنتشارها .

أما فى بحر الشمال فتفرز أناث أسماك الكود بيضها حول ساحل رأس فلامبرة Flamborough Head وفى أحواض لينج Ling Bank ، والفورتيز The Forties وجريت فيشر Great Fisher Bank ، وذلك فى الفترة من شهر فبراير إلى أوائل شهر أبريل . وقد تفرز السمكة الواحدة نحو ٤ مليون بيضة فى المرة الواحدة . ويتوقف نمو أسماك الكود الصغيرة (عندما تبلغ من العمر نحو شهرين ونصف) على مدى وفره كائنات البلانكتون وتتجه فى مسالكها مع التيارات البحرية المختلفة التى لا تدفعها بأى حال من الأحوال خارج نطاق بحر الشمال . وعندما تبلغ طول السمكة الواحدة ٣/٤ بوصة لا تعتمد فى غذائها على البلانكتون فقط بل تتجه إلى القرب من قاع البحر (خاصة فى الأجزاء الوعرة منه لكى يصعب صيدها أو اقتناصها) لتحصل على ما تحتاج إليه من غذاء . وعندما تبلغ سمكة الكود نحو سنتين من العمر ، يتراوح طولها من ١٢ - ١٤ بوصة ، ومع ذلك فلا تبدأ إفراز بيضها إلا عندما تبلغ نحو ٥ سنوات من العمر ويبلغ متوسط طولها فى هذه الفترة الأخيرة نحو ٢٨ بوصة . وعندما يزداد طول سمكة الكود عن هذا الطول السابق يمكن لها أن تتغذى على صغار أسماك الرنجة ، والماكريل ، والهادوك ، وصغار الحنكليس الرملى (ثعبان البحر Sand-eel) . ويصاد الكود عامة من معظم مياه بحر الشمال ، ولكن تزداد كمية المصيد منه على طول سواحل الدانمرك فى فصل الشتاء ، بينما تتركز أعظم مصايده بالمسطحات المائية بشرق أسكتلند خلال فصل الصيف (شكل ٧٢) .

الاسماك غير التجارية فوق قاع البحر العميق :

وتتشكل العائلات السمكية فى الأعماق البعيدة (أبعد من ٥٠٠ متر من سطح الماء) بظواهر فسيولوجية خاصة ، كما يؤثر الضغط وكمية الضوء القليلة فى تنوع أشكالها العامة . ومن ثم يمكن أن نلخص الحقائق الآتية : -

ا – على الرغم من إنعدام الضوء على عمق ٥٠٠ متر من سطح البحر ، إلا أن الظهر العلوى للأسماك (الذى يواجه سطح الماء) أغمق لوناً من باطنها الذى يواجه قاع البحر .

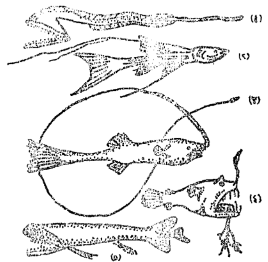
ب – يغلب على لون ظهر الأسماك التى تعيش فوق سطح الماء اللون الأزرق وذلك مثل المكاريل والبونيتيت والتونة . بينما تنتشر الأسماك الفضية اللون Argyopelecus and Chauliodus بالمياه التى تقع على عمق يتراوح من ٣٠٠ – ٥٠٠ متر . أما فى الأعماق البعيدة جداً ، فتتشكل الأسماك هنا بألوان مختلفة منها اللون الأحمر الوردى والألوان البنفسجية والبنية .

وإذا كان للضوء تأثيراً قوياً فى تشكيل ألوان أجسام الأسماك فان عدم وجوده فى الأعماق البعيدة قد أثر هو الآخر فى التركيب الفسيولوجى لهذه الأسماك . فقد شكلت الأسماك نفسها عند هذه الأعماق بخصائص متنوعة تساعدها على البقاء تحت هذه الظروف الطبيعية للمياه . فتتميز أسماك المياه العميقة بصغر أحجامها ، وعظم قدرتها على السباحة بسرعة شديدة . وعلى تصفية الغذاء الذى يتمثل بمياه البحر ، كما يمكن لبعضها أن تولد الضوء من أجسامها .

ومن الأسماك التى تعتمد على قوة اللمس أو الحس عند تحركها بالمياه العميقة مجموعات أسماك مكروفيرنكس Macropharynex (طولها ٥١سم ، تعيش على عمق ٣٥٠٠ متر) ، وباثيبتروس لونجيكودا Bathypterois Longicauda (طولها ٧ سم ، تعيش على أعماق ٧٠٠ متر) وجيجانتكتيس مكرونيما Gigantactis Macronema (طولها ١٣ سم ، وتعيش على أعماق ٢٥٠٠ قدم)(١) ومن ثم تميزت هذه المجموعة من الأسماك بأجسامها الطولية الشكل وإحتوائها

1 - Sverdrup, H. U., (The oceans ...) Prentice Hall Inc. (1962).

على شعيرات حساسة ، وذيول طرفية تبدو على شكل الخيط المشدود لتساهم هى الأخرى فى زيادة قوة الحساسية عند الأسماك (شكل ٧٣)



(١) مكروفيرينكس — Macropharynx. (الطول ١٦٥)

(٢) لونجيكودا — Bathypterois longicauda. (الطول ٢٦٥)

(٣) مكرونيما — Macronema. (الطول ١٣٤)

(٤) مكرودون — Linophryne macrodon. (الطول ٢٥)

(٥) ملاكوستوس إنديكوس — Malacostus indicus. (الطول ٢٨)

(شكل ٧٣) بعض أسماك المياه العميقة

وتتميز بعض الأسماك التى تعيش فى هذه الأعماق البعيدة بعظم حجم أفواهها بالنسبة الى جسمها الصغير ، واحتوائها على أسنان حادة جدا ، وأن لها القدرة على أن تبتلع بعض الأسماك الأخرى التي قد تفوق ثلاثة أمثال حجمها ، ذلك لأن أمعاء هذه الأسماك لينة ومطاطة بحيث يصبح من السهل على الأسماك شدها ، وجعلها أكثر اتساعاً . وقد نجحت عمليات التصوير الفوتوغرافى بالمياه العميقة جداً (عمق ٢٥ ألف قدم) على ايضاح بعض هذه الكائنات الحية ، ومجموعات أسماك المياه العميقة ، وطبيعة البيئة البحرية التى تعيش فيها . (لوحة ٢٢) .



(لوحة ٢٢) صورة لقاع البحر فى خانق رومانش عند عمق ٢٥٠٠٠ قدم ، لاحظ وجود بعض الكائنات البحرية داخل الدوائر عند هذا العمق البعيد .

رابعاً ـ الكائنات الحية التي تعيش بالقرب من سطح المياه بالبحار المفتوحة

أسماك البلاجك The Pelagic Fish.

بينما تعيش مجموعة أسماك الدمرسال Demersal Fish بالقرب من قاع المحيط ، فان مجموعة أسماك البلاجيك تقضى معظم أوقات حياتها بالقرب من سطح البحر وخاصة في مياه البحار المفتوحة The Open Seas وتعد أسماك الرنجة Clupea, Herring Family والاسبرت Sprat ، والسردين Sardines ، والبلشارد Pilchard من أهم الفصائل السمكية لهذه المجموعة تبعاً لأهميتها الإقتصادية وأهم ما يميز هذه المجموعة من الأسماك هو تحركها فى مجموعات أو أسراب كبيرة هائلة (Shoals) ومن ثم يسهل صيدها بكميات إقتصادية مجزية وتتغذى أسماك الرنجة أساساً على كائنات الزوبلانكتون وخاصة كوبيبود كالانوس Copepod Calanus وعلى ذلك فهناك تناسقاً واضحاً بين هجرة كل من أسماك الرنجة وكائنات الكالانوس

وعلى الرغم من أن مجموعة أسماك البلاجيك تكاد تنتشر فى معظم المسطحات المائية إلا أن أسماك الرنجة بالذات Clupea harengus ، لا تتمثل إلا بالمسطحات المائية المعتدلة الواقعة إلى الشمال من دائرة عرض ٥٠° شمالا وإلى الجنوب من دائرة عرض ٣٠° جنوباً وتتركز أهم مصايدها على جانبي المحيط الأطلسى ، وفى مياه خليج سانت لورنس St Laurance وبالمسطحات المائية حول جزيرة جرينلند ، وعلى طول ساحل لبرادور ، وحول جزيرة إيسلند ، وبالمسطحات المائية التى تمتد فيما بين هذه الجزيرة الأخيرة وشمال النرويج ، وحول سواحل الجزر البريطانية وساحل بريتانى Brittany ولكن أعظم

المصايد إنتاجاً للرنجة هى مصايد بحر الشمال والساحل الغربى للنرويج [1] .

ويمكن تقسيم عائلات الرنجة فى مياه المحيط الأطلسى إلى ثلاث مجموعات رئيسية هى : —

ا — رنجة بحر البلطيق	Baltic Herringe
ب — رنجة سواحل النرويج	Norwegian Herringa
جـ — رنجة بحر الشمال نفسه	North-Sea Herrings

ويلاحظ أن هناك إرتباطا كبيراً بين هذه العائلات المختلفة من الرنجة ، كما اتضح أن بعضاً منها كان أعظم إنتشاراً أو إزدهاراً فى زمن ما عنه فى زمن آخر . فقد كانت رنجة البلطيق مثلا ، أكثر إزدهاراً خلال العصور الوسطى ، وأدت إلى غنى القائمين بصيدها والإشراف على تسويقها . وقد رجح باترسون Petterson ، بأن السبب فى إزدهار أسماك الرنجة فى مياه بحر البلطيق بهذا الشكل ، قد يرجع إلى حدوث حركات مد وجزر خاصة بالمياه ، كانت تؤثر بدورها فى نمو البلانكتون ، وتتم هذه الحركة (حسب دراسات باترسون) دورتها الواحدة كل ١٨٠٠ سنة . وقد انخفضت كمية المصاد من الرنجة فيما بين ١٤١٦ — ١٤٢٥ ، انخفاضاً كبيراً ، نجم عنه فقر الصيادين وانكماش عددهم ، ومن ثم تحولت المصايد الكبرى للرنجة من مياه بحر البلطيق الى بحر الشمال . وتكونت هيئات أخرى جديدة تقوم بعمليات صيد الرنجة تحت الى اشراف الهولنديين .

وتتميز رنجة الساحل النرويجى بعظم حجمها اذا ما قورنت بأنواع الرنجة الأخرى فى مياه القسم الجنوبى من بحر الشمال . وبينما تعيش الأولى لمدة

---

1 - Cushing D. H., (On the herring of the Southern North Sea) Fish: Invest. London, (.957).

من العمر قد تبلغ نحو ٢٠ سنة ، لا يزيد عمر الثانية عن ١١ سنة . وقد تنقسم عائلات الرنجة على طول سواحل شمال غرب أوربا الى عدة مجموعات مختلفة . تبعاً لإختلاف المواسم التى تفرز فيه الأسماك بيضها وتشمل : —

ا — مجموعة تفرز بيضها فى الربيع .

ب — مجموعة تفرز بيضها فى أواخر الصيف وأوائل الخريف .

ج — مجموعة تفرز بيضها فى الشتاء .

وعلى نفس أسس التقسيم السابقة يمكن تصنيف أسماك الرنجة ببحر الشمال نفسه إلى مجموعتين رئيسيتين هما . —

ا — مجموعة تفرز بيضها فى فصل الربيع .

ب — مجموعة تفرز بيضها فيما بين فصلى الخريف والشتاء .

ويلاحظ من دراسة أسماك هذه المجموعة الأخيرة أنها تبكر فى فرز بيضها كلما اتجهنا شمالا ببحر الشمال . فبينما تفرز الرنجة بيضها فى مياه جنوب انجلترا خلال شهر ديسمبر الى يناير ، يتمثل موعد الإفراز فى القنال الإنجليزى فى الفترة التى تمتد من نوفمبر الي ديسمبر ، وفى المياه الواقعة الى الشرق من الساحل الشرقى لإسكتلند تفرز الرنجة بيضها فى المدة من أغسطس الى سبتمبر (شكل ٧٤) .

(شكل ٧٤) المراكز الرئيسية التى تفرز فيها الرنجة بيضها ببحر الشمال .

وعلى الرغم من أن أسماك الرنجة تمضى معظم أوقاتها بالقرب من سطح مياه البحر . فقد لوحظ أنها تمكنت بعض الوقت كذلك بالمياه العميقة أو الى كتل المياه السفلية . فهى تشابه كائنات الزوبلانكتون من حيث تأثرها بالضوء ومن ثم تقوم بحركة يومية رأسية حيث تنتقل الى أسفل أثناء النهار، ثم تصعد ثانية الى سطح مياه البحر أثناء الليل . وتتجه الرنجة النرويجية مثلا الى الطبقات السفلى من المياه لمسافة تبلغ ٧٥ قامة أثناء النهار ، وهو الحد الأدنى الذى يصل إليه الضوء فى هذه المنطقة .

ولكن أهم ما يميز أسماك الرنجة ، تحركها أفقياً من مسطح مائى الى آخر على شكل أسراب هائلة تصعد إلى سطح مياه البحر أثناء الليل . ويبلغ طول كل سرب أو جماعة Shoals نحو ٩ أميال ، ويتراوح عرضها من ٢ - ٣ ميل . وقدر أن كل ميل مربع من مياه البحر قد يحتوى على ٥٠٠ مليون رنجة [(١)]

ومن بين الأنواع السمكية الأخرى لهذه المجموعة ، أسماك السردين ، والبلشارد ، والاسبرات ، والانشوجة Anchovies . وتنتشر هذه العائلات السمكية فى معظم المسطحات المائيه ، ويزدهر تعدادها ويعظم تكاثرها حول مياه سواحل كاليفورنيا ، واليابان ، وأمريكا الجنوبية ، وأستراليا ونيوزيلند ، وسواحل غرب أوربا وجنوبها ، وكذلك بمياه السواحل الجنوبية الأفريقية وتتركز هذه الأنواع السمكية بمسطحات مائية تتميز بكثرة حدوث حركات التوازن الرأسية للمياه upwelling [(٢)]

وتأتى أسماك المكاريل Mackerel فى القائمة بعد أسماك الرنجة من الناحية الإقتصادية بالمصايد السمكية الواقعة حول الجزر البريطانية . وتنتقل أسماك المكاريل كذلك فى أسراب وجماعات كبيرة وتتغذى أساساً على البلانكتون .

---

1 - Graham, M., (Sea-Fisheries), London, 1956.

2 - Carruthers. J. N., (Fish, fisheries and environmental factor) Oceanus, 4. (1956), 14 - 20.

وتقع أهم مراكز صيد المكاريل بالمياه الواقعة على طول السواحل الجنوبية الغربية لإنجلترا . وتقوم أسماك المكاريل بهجرة فصلية رأسية ، حيث تترك سطح الماء خلال شهر أكتوبر وتتجه صوب قاع البحر وتتغذى على بعض المفصليات المتراكمة فوقه ، ثم تصعد الأسماك ثانية إلى سطح مياه البحر فى شهر يناير على شكل أسراب هائلة .

وتنتمى سمكة التونة Tunna إلى مجموعة أسماك الباجيك وتنتقل فى جماعات كبيرة ، ولكنها تقوم بحركات من الهجرة الرأسية ويصاد كميات كبيرة من مجموعاتها عند عمق ٥٠٠ متر من سطح مياه البحر ، وقد تبين أن الأسماك تغوص شتاء إلى الأعماق البعيدة ، فى حين تصعد ثانية إلى أعلى بالقرب من سطح مياه البحر فى أوائل الربيع ، وعندما يحل الصيف تشق طريقها فى أفواج نحو مياه الشواطىء الأكثر حرارة والأقل عمقاً ، حيث تضع أناث التونة بيضها وبعد إتمام وضع البيض ، تنتشر أسماك التونة فى جميع الإتجاهات للبحث عن طعامها المفضل من صغار السردين Sardines والأنشوجة Anchovies والرنجة Herrings . وتمكث أسماك التونة وقتاً طويلا فى المياه الضحلة ثم سرعان ما تختفى فى المياه الأعمق مرة أخرى . وتضع أنثى سمك التونة عدة ملايين من البيض كل عام ، والقسم الأعظم من هذا البيض تلتهمه الأسماك . وبعد وضع البيضة بحوالى ٤٨ ساعة ، يخرج منها سمكة صغيرة بدون زعانف لا يزيد طولها عن ١/٨ من البوصة . وبعد ثلاثة أشهر يصل وزنها إلى رطل واحد تقريباً ثم بعد عام تزن حوالى ٨ أرطال ويبلغ طولها نحو ٦٠ سم ، ولا يصل وزن سمكة التونة إلى ٢٠٠ رطل إلا عندما تكون فى أوائل العام الخامس من عمرها . وتصل سمكة التونة إلى أعظم طول لها (٣ م) عندما يصبح عمرها نحو ١٥ سنة . ولون ظهر سمك التونة أزرق مائل إلى السواد بينما لون جانبيها و بطنها رمادى يميل إلى اللون الفضى ، وجسمها مغطى بقشور صغيرة Scales ، وتعيش أسماك التونة فى مياه البحر المتوسط والمحيط الأطلسى

وتختفي مجموعات التونة خلال فصل الشتاء ويعظم ظهورها في مياه البحر المتوسط خلال الفترات الأخرى من السنة . وتتركز مصايد التونة في البحر المتوسط حول سواحل جزيرة صقلية وجزيرة سردينيا في مصايد فافيجنانا Favignana وتراباني Trapani ، وفي مياه سواحل تونس وليبيا والمغرب وفي مياه بحر مرمرة وبحر إيجه

وقد أوضحت الدراسات الأقيانوغرافية أن أسماك التونة تنتقل في جماعات كبيرة من المحيط الأطلسي إلى البحر المتوسط ، وتتخذ طريقتين هما :

ا — الطريق الشمالي بجوار سواحل جنوب أوربا .

ب — الطريق الجنوبي، بجوار سواحل شمال غرب أفريقية . وقد كان يظن أن أسماك التونة لا تقترب من السواحل الشمالية لمصر بسبب ما يقذفه نهر النيل من مياه ورواسب أمام الدلتا . وبعد حجز السد العالي للمياه والرواسب ، كان ينتظر أن اسماك التونة ستقترب مجموعاتها من السواحل الشمالية لمصر . ولكن للأسف لم يحدث ذلك ، وقد يكون مرجعه إلى أن مجموعات الأسماك قد اعتادت على الطرق المألوفة لها خلال هجراتها السنوية للتكاثر .

خامساً — الثدييات البحرية

تنتمي الثدييات البحرية إلى عائلة « سيتاسيا Cetacea » وترمز هذه العائلة إلى كائنات بحرية ذات دماء دفيئة . وتتغذى صغار هذه الكائنات على ألبان الرضاعة كما هو الحال بالنسبة للحيوانات الثديية البرية ومن أهم حيوانات هذه المجموعة الحيتان ، وعجل البحر ، والدلفين Dolphin [1] . ويعتبر هذا

---

1 - Brown, S. G., (50 years of Antarctic whaling), Nat. Mag. 174, (1955), 88 - 90,

الحيوان الأخير أصغر الحيوانات الثديية البحرية حجماً، إذ لا يزد طوله عن بضعة أقدام فقط . ويسبح الدولفين في جماعات وتمارس القفز واللعب في الماء . وللدلفين فم أشبه بمنقار الطيور الصغيرة ولكن به أسنان عديدة ، وصوته أشبه بصوت البقرة ، كما أنه يسبح في المياه بسرعة فائقة . وتبعاً للأهمية الاقتصادية لكل من الحيتان ، وعجول البحر ، فيحسن أن نشير اليها بشيء من التفصيل .

(١) الحيتان Whales

تعد الحيتان أكبر الحيوانات الثديية في البحار والمحيطات ، بل يمكن القول أنها أكبر الكائنات الحيوانية سواء في البحر أو على اليابس في وقتنا الحالي . وقد بلغ طول أكبر حوت أصيد حتى الآن نحو ١٠٨ قدم ، وتمضي الحيتان كل أوقاتها في مياه البحر ولا تخرج منه الى اليابس .

ونتيجة لوزن الحوت (نحو ١٢٠ طن) وحجمه الهائلين ، يتركب هيكله من عضلات قوية تساعده على السباحة السريعة جداً . ومن ثم يستطيع الحوت أن يقطع مسافة قد تبلغ نحو ٢٠ عقدة Knots في وقت قصير [١] . ويقع أسفل جلد الحوت السميك ثلاث طبقات مختلفة من الزيت والشحم تساعد الحوت على الإحتفاظ بالدفء من ناحية وحماية أعضائه الداخلية من عنف الأمواج وضغط الماء من ناحية أخرى . ولهذا أصبح في استطاعة الحوت أن يتوغل في الأعماق البعيدة حتى عمق ٢٠٠٠ متر (عندما يكون الضغط على جسمه يعادل ضغط مائتين وعشرين ألف طن تقريباً) ، وأن يطفو على سطح الماء بعد ذلك دون أن يصاب بأي ضرر .

---

١ ـ العقدة = الميل البحرى Nautical Mile ، وهى عبارة عن وحدة قياس لسرعة السفن فى البحار وتساوى ٦٠٨٠ قدم .

ويختزن الحوت في شرايين من جسمه دما نقياً مشبعاً بالأكسجين يستهلكه ببطء عندما يكون في أعماق البحر ، مما يسمح له البقاء تحت سطح الماء مدة طويلة . وقد يشعر الحوت على حين فجأة وهو في أعماق المحيط بحاجته للهواء . ومن ثم تشكل جسم الحوت بذيل أفقي عظيم يبلغ عرضه نحو ستة أمتار أو أكثر . يضرب به الماء ضربتين أو ثلاث ، فسرعان ما تؤدى إلى رفعه فوق سطح الماء ، فيخرج الهواء الفاسد من رئتيه في شبه نافورة هائلة ، ويستنشق الحوت بدلا منه هواء نقياً .

وقد نجح الباحثون في معرفة عمر الحوت من دراسة تركيب أذنه واختلاف أشكالها . وتبين أن الحوت يمكن له أن يعيش إلى أن يبلغ نحو خمسين عاما من العمر . وتتركز أهمية الحيتان في الزيت الذي يستخلص منها ، وبلغت كمية الإنتاج العالمي سنة ١٩٦٢ نحو نصف مليون طن ، وتنتج أربع دولا نحو ٨٠ ٪ من مجموع هذه الكمية وتتمثل فيما يلي : —

النرويج	وتبلغ نسبة إنتاجها ٣٥ ٪
اليابان	وتبلغ نسبة إنتاجها ١٩ ٪
بريطانيا	وتبلغ نسبة إنتاجها ١٧ ٪
الإتحاد السوفيتى	وتبلغ نسبة إنتاجه ٩ ٪

وقد تعرضت صناعة زيت الحوت للتدهور السريع بعد عام ١٩٣٠ حيث استخدمت مشتقات البترول محله . ولكن بدأت تقف هذه الصناعة على قدمها من جديد بعد أن تنوعت الأغراض التي يستخدم فيها هذا الزيت ، وأصبح زيت الحوت يدخل في صناعات المارجرين ، والروائح العطرية ، والصابون ، والعقاقير الطبية . وتستهلك دول شمال غرب أوربا ، والولايات المتحدة الأمريكية نحو ٩٠ ٪ من جملة الانتاج العالمي من زيت الحوت . أما صناعة عظام الحوت ، فقد تدهورت هي الأخرى تبعاً لتغيير « الموضة » ، ومدى

إقبال الناس على إستخدام هذه العظام فى أغراض الزينة ، أو تشكيل الآثاث والأدوات المنزلية . وأصبحت عظام الحوت تستخدم الآن فى صناعة الأسمدة أما لحمه ، فيمكن طهيه ، وحيث أنه غير جيد المذاق فيقدم غذاء للماشية بعد خلطه بالعلف ومواد أخرى . ومع ذلك فيؤكل لحم الحوت فى بعض الدول مثل اليابان ، والصين ، والنرويج . وتطور عدد الحيتان التى تم صيدها عام ١٩٦٥ من بحار العالم من ٥٧ ألف حوت ، وانخفض هذا العدد إلى نحو ٣٥ ألف حوت عام ١٩٧٠ ثم إلى نحو ٣٢ ألف حوت خلال عام ٧٢ - ١٩٧٣ . وتتمثل أهم مناطق صيد الحيتان فى بحار القارة القطبية الجنوبية (٥٠ ٪ من الإنتاج السنوى للحيتان فى العالم) يليها مياه المحيط الهادى الشمالى والمياه المحيطية حول جزر اليابان .

وتصنف الحيتان تبعاً لاختلاف تركيبها الفسيولوجى الى مجموعتين رئيسيتين هما:

اولا : الحيتان العظمية Whalebone Whales

ثانيا : الحيتان ذات الأسنان Toothed Whales

أولا — الحيتان العظمية أو الخالية من الأسنان

يتميز كل حوت من حيتان هذه المجموعة بأن له فم كبير الحجم جداً بالنسبة لحجمه الكلى . ويحتوى فم الحوت من هذه المجموعة على مصفاة هائلة ، تعمل على تصفية الغذاء واستخلاص الأسماك من مياه البحر ثم ابتلاعها ويجمع الحوت بهذه الطريقة كميات عظمى من المياه في فمه العريض ثم يصفى ما فيها من غذاء ، ويبتلعه مباشرة ، بينما تخرج المياه ثانية عن طريق فتحات مصفاة الحوت ، والتى تندفع الى أعلى بمساعدة ضربات لسان الحوت المستمرة . واذا فتح الحوت فمه ، فان المسافة بين فكه الأسفل ، وحلق الفم

تبلغ نحو أربعة أمتار، وعظام فكه الأعلى تعد عظيمة السمك ثقيلة الوزن، بحيث يبلغ وزنها أحياناً نحو طناً ونصف. وعلى الرغم من ضخامة حيتان هذه المجموعة إلا أنها لا تتغذى إلا على الأسماك الهلامية الصغيرة الحجم جداً، وبعض كائنات البلانكتون الحيوانية، والأسماك الصغيرة وبعض القشريات[1] ويعزى ذلك إلى أن حلق الحوت ضيق جداً، بحيث لا يزيد قطره عن سبع بوصات، كما وأن الأنبوبة التي توصل الغذاء إلى أمعاء الحوت لا يزيد قطرها عن خمس بوصات.

وتقسم هذه المجموعة من الحيتان عادة إلى مجموعتين ثانويتين هما: —

ا — الحيتان الأصلية The right whales

ب — حيتان الرور كوالس The rorquals whales

وقد كانت الحيتان الأصلية أساس عمليات صيد الحيتان منذ بداية هذه الحرفة. ولكن تبعاً لتوالى عمليات صيدها بصورة غير منظمة، تناقص عددها وأصبحت الحيتان الأصلية، خاصة تلك التي تعرف باسم Balaena Glacialis نادرة الوجود. وتعد جماعات الباسك Basques أول من قام بصيد هذه الحيتان على طول سواحل خليج بسكاى، خاصة في القرنين العاشر والحادى عشر الميلاديين، وكذلك صيادو النرويج الذين كانوا يعملون على صيد حيتان شمال المحيط الأطلسي وتبعاً لإضمحلال عائلة الحيتان الأصلية وتناقص عددها، احتلت حيتان الرور كوالس الأهمية التجارية الاقتصادية في عمليات صيد الحيتان، وذلك منذ منتصف القرن التاسع عشر.

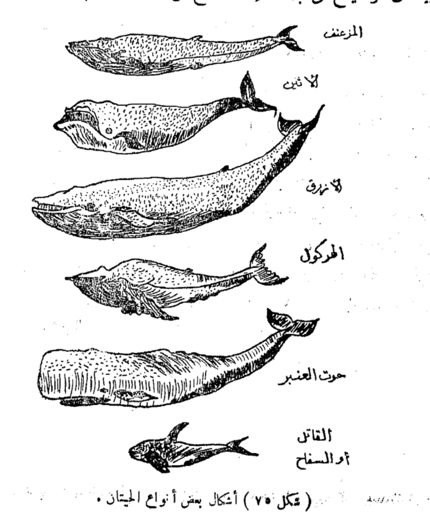
---

1 - Heezen, B. C. (Whales caught in deep-sea cable), Deep-Sea Resarch, vol, 4 (1957), 106 - 115.

وتنقسم الحيتان الروركوالسية العظميــة إلى عدة مجـوعات ثانوية تتمثل فيما يلى : —

ا — **الحيتان الزرقاء** Balaenoptera Musculus

وتتميز بعظم حجمها ، ويبلغ متوسط طول الحوت منها ١٠٠ قدم (شكل ٧٥) ، وقد أصيد منها (فى الفترة من ١٩٥٥ – ١٩٥٦) نحـو ٢٠٠٠ حوت . وتلد أنثى الحوت الأزرق جنيناً واحداً (أو قد تلد توأمين) مرة كل سنتين ، ويبلغ طول الجنين عند ولادته نحـــو ٢٣ قدما ، ويولد عادة فى شهر مايو . ويتغذى الرضيــع على لبن أمه إلى أن يبلغ من العمر ستة أشهر . وهنـا يبلغ



(شكل ٧٥) أشكال بعض أنواع الحيتان .

طوله نحو ٥٠ قدما ، ويصبح فى إستطاعته الاعتماد على نفسه للحصول على الغذاء اللازم له ، (شكل ٧٥) ؟

ب ـ الحيتان ذات الزعانف Balaenoptera Physalus

ويبلغ متوسط طول الحوت من هذه المجموعة نحو ٨٥ قدما ، وأصيد منها عام ١٩٥٦ نحو ٣١,٥٠٠ حوت أو بمعنى آخر ، بلغ نسبة مجموع المصاد من الحيتان الزرقاء عام ١٩٥٦ نحو ٢,٥ ٪ من المجموع الكلى للحيتان ، بينما بلغت نسبة المصاد من الحيتان ذات الزعانف نحو ٥٤ ٪ من الكمية الكلية المصادة فى العالم .

جـ ـ الحيتان المحدبة الظهر (المسنم) أو الهركول :
Megaptera Novae-angliae

ويبلغ متوسط طول كل منها نحو ٥٠ قدماً ، وتتميز بتقوس عمودها الفقرى مما يؤدى إلى إنثناء ظهرها ، ومن ثم قد يطلق عليه اسم «جمل البحر» (شكل ٧٥) وتعيش هذه المجموعة من الحيتان فى بحار النصف الجنوبى للكرة الأرضية . وقد تبين أن عائلات الحيتان المحدبة الظهر تقوم برحلة سنوية إلى مياه السواحل المدارية فى نصف الكرة الجنوبى خلال فصل الشتاء ثم تعود ثانية إلى مياه البحار الجنوبية الباردة ، وتعيش فى مياه انتارتيكا خلال فصل الصيف الجنوبى . وحيث إن هذه المجموعة من الحيتان تعد صغيرة الحجم نسبياً ، كما أنها أقل سرعة فى السباحة إذا ما قورنت بالحيتان الزرقاء مثلا ، لذا فمن السهل صيدها [1] .

---

1 – Cowen R. C., (Frontiers of the Seas), Loudon (1969).

ثانياً ــ الحيتان ذات الأسنان

تتميز هذه المجموعة من الحيتان بصغر حجمها نسبياً إذا ما قورنت بعائلات المجموعة السابقة ، كما يحتوى فمها على بعض الأسنان الحادة ، ومن أهم عائلاتها :ــ

ــ **الحيتان السفاحة أو القاتلة** Orcinus Orca

ويبلغ متوسط طول الحوت الذى ينتمى لهذه المجموعة نحو ٢٠ قدماً ، بل يبلغ طول إناثها نحو ١٥ قدماً فقط . وعلى الرغم من ذلك ، فهى تلتهم الحيوانات البحرية الأخرى ذات الدماء الدفيئة مثل عجول البحر Seals ، وخنازير البحر Porpoises . ويطلق الملاحون على هذا الحوت اسم « الكرامبوس » . ولا يهاجم هذا الحوت ، الحيتان الكبيرة الحجم مثل الأزرق أو المزعنف إلا إذا كان برفقة مع زملائه ، وكثيراً ما تهاجم عصابة من هذه الحيتان (قد تتكون من عشرين حوتاً) على حوت واحد ، كبير الحجم ، ويقطعونه إربا ويلتهموا لحمه . ثم تأتى أسماك القرش[1] Sharks لتلتهم بقية أجزاء الحوت وتشرب دمه .

---

(١) تشتهر بعض **أسماك القرش** Sharks مثل بعض الحيوانات المفترسة بأنها آكلة الانسان **Man eater** ، وتعيش القروش الكبيرة فى المياه المدارية الدفيئة ، وتنتمى القروش الي المجموعة المتميزة بوجود خمس فتحات خيشومية منفصلة على كل جانب خلف الرأس ومن أشهر أنواع القروش هى :

كلب السمك **The dogfish** الذى يعيش فى المياه الرملية القريبة من السواحل ، وسمك القرش المربى **The nurse Shark** ويكثر فى المياه الاستوائية بالمحيط الأطلسى والقرش الأزرق **The blue Shark** وهو من أكثر آكلى لحم الانسان شراهة ويبتلع قمامة السفن التى تعبر البحار ، والقرش النمر **The tiger - shark** ، والقرش أبو شاكوش =

ب ـ حيتان العنبر :

وتعد أكبر عائلات الحيتان ذات الأسنان ، وأهم مايميزها رأسها الكبير جداً بالنسبة لبقية حجم جسمها . ويبلغ متوسط طول فم هذا الحوت نحو ٢٠ متراً . (شكل ٧٥) ، كما يحتوى فكها الأسفل على بعض الأسنان التى يبلغ عددها نحو الأربعين . ويبلغ وزن السنة الواحدة نحو كيلو جرام واحد . ويختزن الحوت فى مؤخرة رأسه كمية هائلة من الزيت بحيث إذا تم قنصه ، يفتح الصيادون رأس الحوت ويدلون فيه الجرادل لأخراج الزيت منها . ومن ثم إكتسب هذا الحوت تسميته « بالعنبر » ، حيث تستخرج من إمعائه كتلة دهنية عبارة عن أنسجة مريضة فى الحوت تعرف بالعنبر . ويصنع من هذه الكتلة الدهنية مواد ذات رائحة جميلة ، كانت تدخل فى تركيب العقاقير الطبية ، إلا أنها تستخدم حالياً فى صناعة الروائح العطرية الفاخرة .

ومن الغريب أن ذكور هذا النوع من الحوت ، كثيراً ماتتقابل مع بعضها وأد شوهد ذات مرة حوتين ميتين بالمحيط الأطلسى الجنوبى ، وقد أغلق كل منهما فكه الهائل الحجم علـى جسم الآخر وتبعاً لعمليات صيد الحوت المستمرة ، غير المنتظمة ، وأن أدوات وسفن الصيد الحديثة يسرت عملية صيد الحيتان ، تدهورت عائلات الحيتان بالبحار وانكمشت أعدادها وعلى ذلك أتفقت الدول القائمة بصيد الحيتان (مثل النرويج ، اليابان ، بريطانيا ، والاتحاد السوفيتى) ، على تنظيم عمليات صيد الحيتان ، وأصدرت عام ١٩٤٦

= The Hammerhead وله رأس أشبه بالمطرقة والقرش الأبيض العظيم The great white shark ، والقرش الثعلب Fox-Shark والقرش الحوت The whale shark وهو أكبر الأسماك جميعها وقد يصل طوله الى ١٨ م ووزنه نحو ٧ أطنان والقرش الطحان The Tope ويعيش فى المياه المعتدلة وحول الساحل الجنوبى الشرقى للجزر البريطانية ، ومتوسط طوله نحو ٢ متر فقط وهو ولود حيث قد يلد ثلاثين صغيراً فى المرة الواحدة .

قانونا دوليا ، بقصد حمـــاية الحيتان من الانقراض وينظم في نفس الوقت عمليات صيدها .

(٢) عجول البحر Seals

تعد عجول البحر كذلك من الثدييات التي تلد وترضع صغارها ، وهي كبيرة الحجم بالنسبة للأسماك ، إلا أنها أصغر من أقل أي من الحيتان حجما، كما أنها تختلف عن الحيتان كذلك في أنها تقضى بعض أوقاتهـا فوق اليابس



(لوحة ٢٣) عجل البحر .

المجاور للبحر (لوحة ٢٣) وعلى ذلك فإن السهل قنص عجول البحر وهى مجتمعة على شاطىء البحر، ومن ثم إنخفض عددها خاصة منذ بداية القرن الماضى. وقد شرعت الاتفاقات الدولية بين الدول التى يعنيها عمليات صيد عجول البحر حتى تنتظم عمليات صيدها، ويتحسن نموها وتكاثرها.

وتتمثل أهم مناطق تركز عجول البحر فى جزيرة بريبلوف Pribilof بجوار ساحل ألسكا ودلت نتائج الدراسات البيولوجية على أن عجول البحر تعيش فى مياه المحيط الهادى خلال الفترة من سبتمبر إلى مايو، وتنتقل بالمسطحات المائية فيما بين كاليفورنيا جنوبا، وسواحل ألسكا شمالا. وخلال النصف الأول من شهر مايو تتجه عجول البحر إلى ساحل جزيرة بريبلوف، حيث يولد صغار عجول البحر (يعرف جرو عجل البحر بالانجليزية باسم Pups) وفى هذه الفترة يتطاحن كبار الذكور من عجول البحر لاختطاف الأناث، حيث يضع عجل البحر تحت حوزته أكثر من أنثى، وكثيراً مايبدو واقفاً بجوارهم جميعاً لحمايتهم من الذكور الأخرى وفى أكتوبر أى بعد نحو ستة أشهر تبدأ عجول البحر الصغيرة النزول إلى مياه المحيط.

ويعتبر شهر سبتمبر، أوفق الأشهر للقيام بصيد عجول البحر حيث يصبح من السهل قتل عجول البحر الكبيرة (الذكور والإناث منها على السواء)، ومن ثم تترك عجول البحر الصغيرة فى مياه المحيط الباردة أو بجوار الساحل الصخرى دون حماية ولتموت من الجوع. ولقد قدر الباحثون أن عدد عجول البحر عام ١٩١٠ كان نحو ٢٠٠,٠٠٠ عجلا، بينما كان عدد هذه العجول البحرية أكثر من ١٠ مليون عجلا عام ١٨٧٠ (١).

ويبدو فراء عجل البحر عند بداية مولده سميكاً وأبيضاً وصوفياً. ولكن

1 - Giaever, J. (The White Desert), London 1954.

بعد أسبوعين من ولادة الجرو ، يتغير جلده سريعاً ويصبح لونه بنياً . وعندما يبلغ عمر عجل البحر ثلاث سنوات يتميز جلده بظهور بعض البقع الغامقة اللون، فضلا عن أن شعره يصبح قصيراً . (لوحة ٢٢) . ويستخدم جلد عجل البحر في الصناعات الجلدية مثل الأحزمة الجلدية ، وحافظات النقود .

وبالنسبة للأسكيمو يعد عجل البحر عصب حياتهم حيث يأكلون لحمه ويستخدمون جلده وفرائه في عمل الملابس ، وصنع الأدوات اللازمة لهم ، ويستخدم زيته وشحمه كوقود . ويصنع الأسكيمو من جلود عجل البحر الكبير القوارب الجلدية وخيامهم الصيفية ، وما يتبقى من عجل البحر من مواد لا تلزم الأسكيمو أنفسهم ، يقدمونها غذاء لكلابهم .

الفصل السابع عشر

الانتاج العالمى من الاسماك

تختلف طبيعة الكائنات البحرية ، وتنوع أشكالها ومجموعاتها ومدى كثافتها بمياه البحار ، تبعاً لمدى وفرة البلانكتون النباتية بالمياه . وكما سبق الذكر بأنه يؤثر فى نمو هذه الكائنات النباتية مدى وفرة المواد الغذائية المنعشة لها Nutrient Materials ، وكمية الأشعة الشمسية الساقطة ، وتحركات التقليب الرأسية بالمياه . على ذلك قسم الباحثون المسطحات المائية للبحار والمحيطات إلى مجموعتين رئيسيتين هما : -

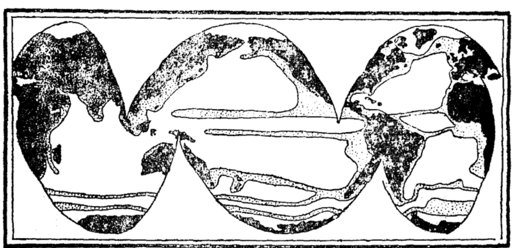
١ - **بحار ذات مياه خصبة** : ويقصد بها تلك المياه البحرية التى يتوفر فيها المواد الغذائية والبلانكتون النباتية ، والتى يتجمع فيها العائلات السمكية بحيث يسهل صيدها بصورة إقتصادية (شكل ٧٦) .

٢ - **بحار ذات مياه قاحلة** : ويقصد بها تلك المياه البحرية التى يقل فيها وجود المواد الغذائية ، وكائنات البلانكتون النباتية .

وحتى عهد قريب أعتقد كثير من الباحثين أن المناطق العظمى لصيد الأسماك تتمثل فى المسطحات المائية الآتية : -

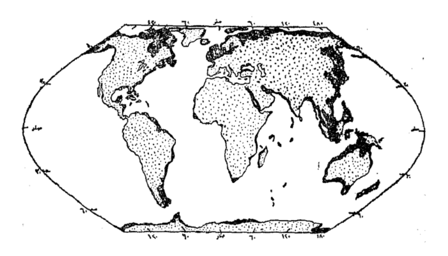
١ - المسطحات المائية البحرية بالعروض المعتدلة الباردة ، حيث تتميز مياه البحر بوفرة المواد الغذائية والبلانكتون تبعاً لتعرضها لعمليات التقليب الرأسية بالمياه .

ب – المسطحات المائية لمناطق الرفارف القارية . حيث إنها تعد بيئة طبيعية مناسبة لنمو الأسماك .



(شكل ٧٦) التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية الخصبة بمياه البحار والمحيطات .

ومن دراسة الخريطتين (شكل ٧٧ وشكل ٧٨) ، يتبين أن أعظم مناطق صيد الأسماك فى بحار العالم تتمثل فى المسطحات المائية المعتدلة الباردة ، والباردة بالنصف الشمالى للكرة الأرضية . كما تشغل هذه المصايد العظمى كذلك

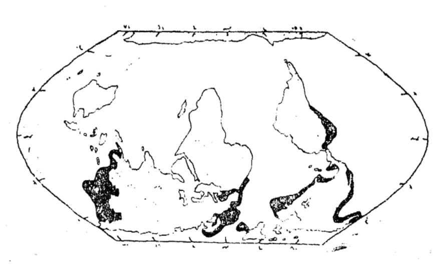


(شكل ٧٧) التوزيع الجغرافى للرفارف القارية .

المسطحات المائية للرفارف القارية . ومع ذلك فنلاحظ نقطتين هامتين هما : —

١ — إن هناك بعض مناطق من مياه الرفارف القارية فى العروض المعتدلة الباردة والباردة ، لا تمثل مناطق صيد عظمى ، ومن بينها مياه الرفرف القارى للساحل الجنوبى الشرقى لأمريكا الجنوبية، ومياه الرفرف القارى للساحل الجنوبى لأستراليا .

٢ — إن هناك مصايد عظمى للأسماك تتمثل فى المياه المدارية والاستوائية ولا تقع مياهها فوق رفارف قارية متسعة . ومن أمثلة ذلك المسطحات المائية المجاورة لساحل بيرو، والتى اصبحت اليوم من أعظم مصايد الأسماك على الرغم من ضيق الرفارف القارى وعظم عمق المياه أمام خط الساحل .



(شكل ٧٨) أهم مناطق صيد الأسماك فى العالم .

يتضح مما سبق أنه من الصعب إرجاع خصوبة مياه البحر إلى عامل واحد ، بل قد يكون هناك أكثر من عدة عوامل مجتمعة تتمثل فى بيئة بحرية معينة ، وتساهم كلها مجتمعة فى تكوين البيئة المناسبة لنمو المجموعات السمكية وتكاثرها ويمكن أن نلخص أهم هذه العوامل فيما يلى : —

(١) وفرة المواد الغذائية :

تتشكل العائلات السمكية والكائنات الحية بمياه البحار تبعاً لمدى وفرة المواد

الغذائية بهذه المياه . وتختلف كثافة هذه المواد الغذائية ويتنوع توزيعها بمياه البحر من فصل الى آخر تبعاً للعوامل الآتية : —

ا — طبيعة الأشعة الشمسية الساقطة فوق المياه ، وكمية الضوء الذى تكتسبه المياه السطحية ، حيث تساهم هذه الأشعة فى عملية التمثيل الكلوروفيلى وتحويل المواد الغذائية غير العضوية الى مواد عضوية بسيطة .

ب — حركة التقليب الرأسية بالمياه ، وتساعد هذه الحركة على تجديد كائنات البلانكتون باستمرار ، وتشبه هذه العملية حركة تقليب الأرض الزراعية .

ج — تقابل تيسارات بحرية مختلفة ، (باردة ودفيئة) ، وأن تحمل هذه التيارات معها كميات كبيرة من المواد الغذائية ، ويساعد ذلك على تكوين مسطحات مائية غنية بالأسماك .

(٢) مورفولوجية قاع المحيط وأعماقه :

تقل مجموعات الأسماك فى الأعماق البعيده جداً من البحر تبعاً للضغط الشديد الواقع عليها ، ولظروف البيئة الطبيعية القاسية (انعدام الضوء ، وقلة المواد الغذائية) التى تعيش فيها الكائنات الحية . وعلى ذلك تتجمع معظم المجموعات السمكية الهامة اقتصادياً فى المياه البحرية بحيث لا يزيد عمق هذه المياه عن ٦٠٠ قامة . ومن ثم نلاحظ أن مناطق الرفارف القارية تميزت منذ بداية اشتغال الانسان بحرفة صيد الأسماك بأنها أعظم مناطق الصيد البحرى ولكن تبعاً للتقدم فى صنع آلات الصيد البحرية الحديثة ، أمكن الخروج من نطاق الرفارف القارية الى داخل المحيطات المفتوحة ، والقيام بأعمال الصيد . الا أن الصيد هنا كذلك يقتصر على صيد تلك الأسماك التى تتجول فوق سطح المياه ، أو على أعماق لا تزيد عن ٦٠٠ قامة من سطح البحر . وتتنوع العائلات السمكية تبعاً لطبيعة قاع البحر سواء أكان رملياً أو طينياً أو خصوبياً أو صخرياً ، وعلى مدى عمق هذا القاع .

(٣) علاقة المجموعات السمكية بالخصائص الطبيعية للمياه :

تؤثر الخصائص الطبيعية للمياه (وخاصة درجة حرارتها ، ونسبة ملوحتها) في نوع العائلات السمكية التي تعيش فيها ، وطبيعة هذه الأسماك بالمياه خلال مواسم السنة المختلفة . فتحدد درجة حرارة المياه مثلا المناطق الصالحة لأن تكون أرض حضانة للأسماك Nursing Cround ، كما تؤثر درجة حرارة المياه في الجهاز العصبي للأسماك ودرجة نشاطها العام وعلى ذلك اذا ارتفعت درجة حرارة المياه السطحية أثناء النهار عن الحـــد الذى تتطلبه مجموعات الأسماك ، سرعان ما تتجه هذه المجموعات السمكية الى المياه السفلية الباردة نسبياً . ومن ثم لاحظ الباحثون الحركة الرأسية اليومية للأسماك تبعـاً لاختلاف درجة حرارة المياه السطحية أثناء النهار والليل . (١) .

وتؤثر الملوحة في نوع مجموعات الأسماك المختلفة ، حيث إن هناك أسماك تتحمل نسبة الملوحة المرتفعة بمياه البحر ، ولها القدرة على أن تعيش في ميـاه تختلف فيها نسبة الملوحة من وقت الى آخر ، بينما هنـاك أسماك أخرى يتأثر نموها تأثراً شديداً اذا ما تغيرت نسبة الملوحة تغيراً فجائياً . وقد تؤثر زيادة نسبة الملوحة بالمياه كذلك على قدرة بويضات الأسماك على الطفو فوق سطح الماء . ومن ثم قد تندفع هذه البويضات الى أسفل مع المياه الأكبر كثافة ، وتتعرض للهلاك ، أو قد تبتلعها الأسماك .

ولا تقتصر هجرة الأسماك علي الحركة الرأسية التي تقوم بها ، تبعـاً للاختلافات الوقتية في درجة حرارة المياه . ولكن تقوم بعض مجموعات الأسماك بهجرات أفقية من كتل مائية الى أخرى تبعاً لتغير الخصائص الطبيعية والبيولوجية بالمياه . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن أسماك السردين تقوم بهجرة فصلية من مياه الى أخرى ، حيث تبحث أفواج السردين دائماً عن المياه المعتدلة

---

1 - King, C, M. A., (Oceanography for geographers, London, 1962

الحرارة والتي تنتشر فيها كائنات البلانكتون النباتية والمواد الغذائية الأخرى (١) . وقد تعودت أفواج السردين العظمى القدوم أمام السواحل الشمالية لمصر (خاصة ساحل الدلتا) خلال كل فيضان تبعاً لانخفاض نسبة ملوحة المياه ، واعتدال درجة حرارتها ، ووفرة المواد الغذائية فيها خلال هذا الفصل . ولكن يلاحظ في الآونة الأخيرة بعد أن احتجزت مياه فيضان النيل خلف السد العالي، إنكمشت مجموعات السردين بالمياه المصرية . ولم يصاد منها عام ١٩٦٥ سوى كمية محدودة جداً لا تزيد عن ٣٠ ٪ من جملة الإنتاج السنوى للسردين خلال السنوات السابقة .

وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى أهم المصايد العظمى للأسماك في مسطحات بحار العالم . والظروف الطبيعية والبشرية التي ساهمت في تطوير هذه المصايد واستغلالها .

التوزيع الجغرافي للمصايد السمكية العظمى فوق سطح كوكب الارض

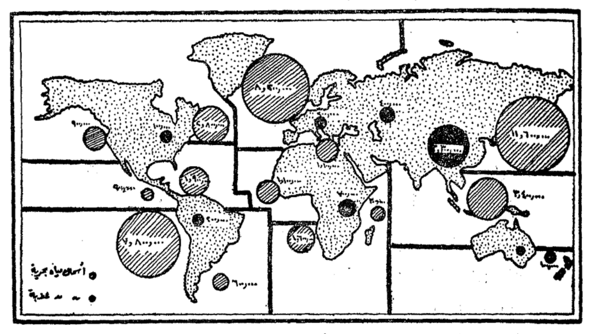
تتمثل مناطق الصيد العظمى للأسماك في كل من المياه العذبة فوق القارات (البحيرات ، والأنهار ، وبعض الحقول الزراعية) ، ومياه البحار والمحيطات التي تغطى نحو ٧١ ٪ من سطح كوكب الأرض . ومن ثم كانت المسطحات البحرية أعظم أهمية من الناحية الاقتصادية ، حيث يصاد منها نحو ٩٢ ٪ من جملة الانتاج السنوى العالمي من الأسماك .

ويعتبر إقليم شرق آسيا أعظم منطقة لصيد الأسماك من المياه العذبة ، حيث كان جملة انتاجه عام ١٩٦٢ نحو ٣٫٣ مليون طن ، ثم يلى هذا الإقليم

1 - Carruthers, J, N.; (Fish, fisheries and enviromentol factors) Oceans, vol. 4 (1956), 14 — 20.

(٢) يقصد بذلك مصايد الأسماك في البحار وكذلك تلك في بحيرات وأنهار اليابس ،

منطقة البحيرات الاستوائية فى أفريقية حيث بلغ إنتاجها عام ١٩٦٣ نحـــو ٧٠٠,٠٠٠ طن ، بينما كان جملة إنتاج الأسماك من منطقة البحيرات الأمريكية (إيرى ، أنتاريو ، متشجن . هورن ، وسوبيريور) فى نفس هذا العام نحو ١٠٠,٠٠٠ طن . (شكل ٧٩) .



(شكل ٧٩) المناطق العظمى لصيد الأسماك من مياه البحار ، ومن المياه العذبة حسب احصاءات ١٩٦٣ (بالأطنان)

وتربى أسماك المياه العذبة فى جنوب شرق آسيا في بحيرات ومستنقعـات ضحلة ، وكذلك فى حقول الأرز التى تتغطى أرضيتها بكميات كبيرة من مياه الفيضانات النهرية . وعلى ذلك قد تعتبر حرفة صيد الأسماك فى هـــذه المناطق الأخيرة أقرب إلى حرفة الزراعة منها لحرفة الصيد . وتختلف البيئـة الطبيعية لمناطق تربية أسماك المياه العذبة من منطقة إلى أخرى ، وذلك تبعـاً للخصائص الطبيعية للمياه نفسها (الحرارة ـ الملوحة ـ الكثافة ـ الضوء ـ المواد العالقة بالمياه ..) ونوع التربة ، ومدى تنوع الكائنات الحية فيهـــا وطول فصل موسم الفيضان . وتكاد تتركز مناطق صيد الأسماك بالمياه العذبة

فى المناطق الضحلة من الأنهار والبحيرات . فتصاد الأسماك من البحيرات الأمريكية ، وبحيرات الهضبة الإستوائية الأفريقية من المسطحات المائية الضحلة بهذه البحيرات . [1]

وحتى عام ١٩٠٧ كانت المناطق العظمى لصيد الأسماك البحرية تتركز أساساً فى المسطحات المائية البحرية بالنصف الشمالى من الكرة الأرضية ، وخاصة بجوار السواحل الشرقية للقارات . ومن أظهر هذه المصايد تتمثل بالمسطحات المائية للسواحل الشرقية لليابان ، والسواحل الشرقية لأمريكا الشمالية ، والسواحل الشرقية للجزر البريطانية وبقية حوض بحر الشمال ، والسواحل الشرقية لجرينلند وأيسلند . ويعزى ذلك إلى أثر حركات التقليب الرأسية للمياه بهذه المناطق تبعاً لتقابل التيارات البحرية الدفيئة والباردة ، التى تجلب معها كميات عظمى من المواد الغذائية للأسماك . ولكن كان نتيجة لعمليات الصيد غير المنظمة over fishing . بهذه المناطق السابقة ، واستغلالها دواماً مدة طويلة من الزمن أن بدأ ينخفض الإنتاج السمكى منها . وظهرت بالتدريج مناطق عظمى لصيد الأسماك فى مواقع أخرى متفرقة تتميز مياهها كذلك بتجديد طبقاتها وحركة التقليب الرأسية فيها ، ووفرة المواد الغذائية بها . الا أنها قد لاتحتوى على مناطق واسعة من الرفارف القارية مثل تلك التى تتمثل بمناطق الصيد العظمى القديمة . وعلى ذلك بدأت تتحول مناطق الصيد العظمى الى السواحل الغربية للقارات ، خاصة اذا ما كانت الظروف الطبيعية والبيولوجية مناسبة لنمو الأسماك وتكاثرها . ومن أهم هذه

---

1 – Thoman, R. S., (The geography of economic activity), New York, 1962.

المناطق حسب بيانات عام ١٩٦٣ ، السواحل الغربيـة لبيرو ، حيث كان إنتاجها فى هذا العام ٧٨٠٠٠٠٠و٧ طن . وتليها السواحـــل الغربية لجنوب أفريقية حيث كان إنتاجها فى نفس هذا العام نحو ٠٠٠و١٦٠٠و١ طن ، بينما كان جملة إنتاج ساحل شمال غرب أفريقية نحو ٠٠٠و١٠٠و١ طن وإنتـاج الساحـل الغربى لكندا نحو ٠٠٠و٩٠٠ طن من الأسمـاك فى عام ١٩٦٣ . (شكل ٧٩) .

وتعد المسطحات المائية البحرية حول الجزر اليابانية أعظم المناطق إنتاجا للأسماك فى العـالم حيث كان إنتاجهـا من الأسمـاك عام ١٩٦٣ [1] نحو ٠٠٠ر٦٠٠ر١١ طن . وقد بدأت عمليات الصيد فى هـذه المنطقة منذ بداية الحضارة اليابانية نفسها ، وذلك يرجع لفقر البيئة الجبلية بهذه الجزر ، واعتماد السكان فى معيشتهم على البحر فى كثير من النواحى . وتتميز المسطحات المائية هنا بضحولتها واتساع الرفرف القارى التابـع لها . وفيما بين دائرتى عرض ٤٠° ـــ ٥٠° شمالا ، يتقابل تيار كورسيفو الدفىء الآتى من الجنوب بتيـار كوريل أو أكخستك البـارد Ohkotsk (ويعرف باليـابانية باسم أوياشيو Oyashio)الآتى من الشمال ، وينتـج عن ذلك حركات تقليب رأسية عظمى بالمياه . تساعد بدورها على تجديد الكائنات النباتية ، والمواد الغذائية بمياه البحر السطحية والتى يتجمع عليها مجموعات عظمى من الأسماك .

وقد تأثر إنتاج اليابان من الأسماك تبعاً لفترات السلم والحرب ، فخـلال الحرب العالمية الثانية إنخفض الإنتاج إنخفاضاً مريعاً ، وأصبح لا يزيد عن

I – Yearbook of Fishery Statistics, F. A. O., (Food and Agriculture Organization of the United Nation), vol. I6 (I963).

٥ر١ مليون طن فى العام ، ولكن بعد نهاية الحرب العالمية الثانية بدت ترجع الأمور إلى ما كانت عليه من قبل، وتجددت عمليات الصيد وأساليبها إلى أن ارتفع إنتاج الأسماك من المسطحات المائية اليابانية وما يجاورها إلى نحو ٥ر٦ مليون طن عام ١٩٦٠ ، ثم أصبح نحو ٦ر١١ مليون طن عام ١٩٦٣ . ويغطى انتاج اليابان من الأسماك حاجة الإستهلاك المحلى ، ويتبقى فائضاً ، يصدر الى بلدان العالم المختلفة . كما استغلت اليابان أعشاب البحر فى عمل المواد الغذائية الى جانب زراعتهم للأصداف وتربيتها لجمع اللؤلؤ.

وقد سبق الحديث عن مصايد الأسماك فى بحر الشمال ، وأهم العائلات السمكية من الناحية الإقتصادية ، والعوامل الطبيعية والبيولوجية التى تؤثر فى نموها وتكاثرها وتوزيعها الجغرافى . وعلى ذلك يحسن أن نشير الى منطقة عظمى قديمة لصيد الأسماك والظروف الجغرافية التى جعلت منها مسطحات مائية عظمى للصيد ، ثم أثر توالى عمليات الصيد غير المنتظمة Over fishing على كمية الإنتاج السنوى بهذه المنطقة بالنسبة لبقية المسطحات المائية الأخرى ولتكن هذه المنطقة ، المسطحات المائية حول جزيرة نيوفوندلاند فى شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية .

صيد الأسماك من المسطحات المائية البحرية بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية

تعتبر حرفة صيد الأسماك من أقدم الحرف التى عرفها المهاجرون الأوربيون القدماء بأمريكا الشمالية . وخاصة هؤلاء (الإنجليز والفرنسيون) الذين قطنوا الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية ، وتركزوا فى حوض نهر سنت لورنس . فقد أتيحت لهؤلاء الفرصة للقيام بصيد الأسماك

من مياه سواحل المحيط الأطلسى الغنية ، ومن مصايد الجراند بانك العظمى حول جزيرة نيوفوندلاند .

ويؤكد جورج ميلر G. J. Miller (عام ١٩٥٤) ، بأن حرفة صيد الاسماك من مياه الجراند بانك عرفت قبل مجيء المهاجرين القدماء الى أمريكا الشمالية. فيرجح أن الإيسلنديين وملاحى النرويج قد وصلوا الى هذه المياه الغنية بالأسماك . (رحلات ايرك الأحمر الإيسلندى Eric The Red) . وبعد مرور ٦ سنوات فقط من احتلال الفرنسيين لحوض سنت لورنس ، بدأت تصل سفن الصيد الفرنسية الى مياه نيوفوندلاند بقصد صيد أسماك الكود والهادوك . وبمجيء عام ١٥٠٧ ، تسابقت سفن الصيد الفرنسية والبرتغالية والاسبانية والإنجليزية لجمع أكبر نصيب من أسماك الكود من مياه نيوفوندلاند وقد ساعدت حرفة صيد الأسماك على استقرار المهاجرين على طول السهول الساحلية الشمالية الشرقية بالولايات المتحدة ، خاصة فى أراضى ماساتشوست ، وكونكتيت ، وفيلادلفيا . (١).

ويعتقد أن أولى رحلات صيد الأسماك فى مياه الجراند بانك ، بالنسبة لصيادى الأسماك من المهاجرين القدماء ، تلك التى قام بها جوستولد عام ١٦٠٢ وتبعاً لعظم الكمية التى جمعها هذا الصياد من أسماك الكود من مياه هذه المنطقة ، أطلق عليها اسم «رأس الكود Cape Cod » . وقد عمل هذا الصياد (بعد أن جمع ثروة كبيرة) على تمويل صغار الصيادين للقيام بعمليات الصيد فى منطقة مياه الجراند بانك ، وأنشىء عام ١٦٠٧ مخزناً لحفظ الأسماك وقلعة حربية لحماية الصيادين تقع بالقرب من مصب نهر كنيبك Kennebec ويرجح أن أولى سفن الصيد الأمريكية بنيت عند مصب هذا النهر الأخير.

I - Miller, G. J., (Geogrnphy of North America), 3 red edition, New York, (1954).

العوامل الطبيعية والبيولوجية التي ساعدت على ازدهار مصايد أسماك المياه الساحلية بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية

وتتلخص هذه العوامل فيما يلي : —

١ — المناخ البارد الذى تتميز به مقاطعة نيو إنجلند، وقصر طول فصل الإنبات الصيفى بها، وعظم طول فصل الشتاء، كل هذه العوامل مجتمعة حتمت على المزارعين الذين اشتغلوا بالزراعة العمل فى مصايد الأسماك خلال فصل الشتاء الطويل ، هـذا إلى جانب الصيادين المحترفين الذين كانوا يخصصون كل أوقاتهم لهذه الحرفة .

٢ — وقوع سواحل نيو إنجلند فى العروض المعتدلة الباردة . ومن ثم كانت الأسماك من النوع الجيد، السهل الهضم ، إذا ما قورنت بأسماك المياه المدارية الدفيئة من جهة ، كما أن الأسماك يمكن أن تبقى فى هذا المناخ البارد فترة طويلة دون أن تتعرض لأثر فعل البكتريا والتعفن . وقد شجع ذلك صيد الأسماك من مسطحات مائية بعيدة ، ثم تسويقها فى داخل البلاد ولم يعرف حفظ الأسماك بالثلج إلا منذ عام ١٨٤٠ .

٣ — ساعدت العوامل الجيولوجية والتطور الجيومورفولوجى لسواحل نيو إنجلند على تكوين الخلجان البحرية التي كانت بمثابة موانى جيدة لسفن الصيد ، كما أنها ساعدت الصيادين على إرساء سفنهم فيها وإجراء عمليات تصليحها . ونتيجة لوقوع سواحل نيو إنجلند بالقرب من الرفرف القارى الضحل ، ومجاورة لمناطق مصايد الأسماك فى خليج فوندى Bay o Fundy ، ونوفا سكوتشيا ، وخليج سنت لورنس، ومصايد نيوفونلاند ، كان من السهل على الصيادين جمع كميات هائلة

من الأسماك من المياه الضحلة الساحلية . (١) .

٤ — كان لانتشار الغابات على السفوح الجبلية لمنطقة نيو إنجلند ، أن وجد الصيادون ما يلزمهم من أخشاب لبناء قوارب وسفن الصيد .

٥ — وفرة غذاء الأسماك بالمياه تبعاً لتقابل تيار لبرادور البارد بتيار الخليج الدفىء . واستمرار تجديد كتل المياه تبعاً لحركة التقليب الرأسية للمياه

إلى جانب هذه العوامل ، هناك مجموعة أخرى من العوامل البشرية ساعدت بدورها على قيام حرفة الأسماك بهذه المسطحات وازدهارها ، وتتلخص هذه العوامل فيما يلى : —

١ — كان معظم المهاجرين القدماء من الصيادين المحترفين الذين مارسوا هذه الحرفة عندما كانوا فى أوربا من قبل .

٢ — لفت مجىء سفن الصيد الفرنسية ، والإنجليزية ، والهولندية نظر المهاجرين القدماء إلى أهمية الثروة السمكية فى مياه نيوفوندلاند والجراند بانك .

٣ — ارتباط نشاء الصيادين بالعمل فى هذه المهنة حيث كانت الزوجات تقوم بتسويق الأسماك فى داخل المدن ، وعمل الشباك ، وترتيب أدوات الصيد .

٤ — رخص أثمان أدوات الصيد والقوارب فى منطقة نيو انجلند ، اذا ما قورنت بأى منطقة أخرى فى ذلك الوقت .

---

1 — a — Rodwell Jones and Bryan P. W., (North America), London. 1961.

b — Miller G. J., et al, (Geography of North America ', N. Y., 1954.

c — Smith, J. R., (North America), N. Y., 1940.

٥ — كان من السهل على الصياد أن يلجأ الى الساحل المجاور ، اذا ما صادفته عاصفة شديدة فى البحر ، وذلك لقرب خط الساحل من المصايد الرئيسية للأسماك . [١]

وعلى الرغم من أن هذه الحرفة كما سبق الذكر من أولى الحرف المهنية التي زاولها المستعمرون القدماء بأمريكا الشمالية ، الا أنها لا تشجع على الاستقرار الاجتماعي لأسرة الصياد ، بالاضافة الى خطورتها وأهوالها . كما أن هذه الحرفة لا تدر أرباحاً مجزية تشجع العاملين فيها على الاستمرار فى العمل بالصيد البحرى . [٢] وبعد استغلال المنتجات الغابية على سفوح الأبلاش وفى منطقة البحيرات ، واتساع مساحة الأراضى المزرعة فى أعالى أوهيو ، وجنوب منطقة البحيرات الأمريكية ، وتربية المواشى ووفرة منتجات الألبان ، أصبحت حرفة الصيد البحرى من أقل الحرف التى تدر أرباحاً على العاملين فيها . وبمجيء عام ١٩٥٠ بلغ عدد الصيادين فى الولايات المتحدة الأمريكية نحو ١٥٠ ألف صياد ، وبلغت قيمة منتجات الصيد فى هذا العام نحو ٣٣٠ مليون دولار فقط .

وقد تبين أن هناك أكثر من ٨٠ نوعا من الأسماك الجيدة الطعم بمياه نيوفوندلاند ، وأهمها إنتشاراً الهادوك ، الكود ، والرنجة ، والمكاريل ، والردفيش Red fish ، والفلندر Flounder ، والوايتنج Whiting ، والبولك Pollock ، والهيك . ويبلغ متوسط جملة الإنتاج السنوى للأسماك الرئيسية

1- Ackerman, E. A., (New England's Fishing Industry) Chicago, 1941.

2 - Van Riper, J. E., (Man's physical World,) N. Y., (1962).

من مياه نيو إنجلند نحو ٢٤ مليون رطل من أسماك الكود ، ١٨٩ مليون رطل من البيرش Perch ، ١٦١ مليون رطل من الهادوك . وتعتبر مياه سواحل مقاطعة مين Maine أعظم المناطق لصيد أسماك الرنجة ، ويزيد متوسط الإنتاج السنوى للرنجة من مياه هذا الساحل الأخير عن ١٨٩ مليون رطل . وتبلغ قيمتها ٧ مليون دولار أمريكى .

ويحسن أن نشير كذلك إلى أهم المجموعات السمكية من الناحية الإقتصادية والتى تتمثل فى المياه الساحلية والمصايد البحرية العظمى بجوار الساحل الشمالى الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية .

ا — **أسماك الكود** Cod

تعتبر أسماك الكود من أهم الأسماك التجارية بمصايد الجراند بانك ، ويعزى ذلك لكونه حلو المذاق وسهل الهضم ، بل ويعتبره السكان فى هذه المنطقة أطيب غذاء سمكى ، وكانت مصايد الكود العظمى ، السبب فى نشوء التطاحن والصراع بين المهاجرين القدماء من الإنجليز والفرنسيين . ويعيش سمك الكود فى المياه البحرية بحيث تتراوح درجة حرارتها من ٣٥° — ٤٥°ف . وفوق القاع الصخرى للبحر على عمق نحو ١٢٠ قامة . ويصاد الكود الكبير الحجم من أعماق ٢٥٠ قامة ، ولكن في مواسم إزدهاره ، ينتشر الكود فى المياه الضحلة كذلك . ويعد قاع الرفرف القارى الصخرى لكل من خليج مين Gulf of Maine ، والجراند بانك حول جزيرة نيوفوندلاند . وحول الجزر المتناثرة إلى الشمال من رأس كود ، أعظم مصايد سمك الكود فى العالم . وينقسم خليج مين إلى عدة مجموعات من الشطوط البحرية الضحلة التى تزخر بأسماك الكود ، ومن أهمها ، شط جورج Georges Bank ، والشط

الأوسط Middle B. ، وشط فلبينز Phlippenies B.، وشط جفريز Jeffreys B. وشط كاشيس Cashes Ledge . وشط بلات Blatts B. ، وشط جورمان Gorman B. ، وشط براون Brown's B. .

٢ ـ **أسماك الكاريل** Mackerel

لم يعتاد المهاجرون القدماء بأمريكا الشمالية تذوق أسماك المكاريل وذلك لإعتمادهم على أسماك الكود فى غذائهم . وحتى عام ١٧٥٠ كان يصاد المكاريل لكى يستخدم كطعم ، ثم بدأت ترسل كميات المصيد منه إلى جزر الهندالغربية لكى تستخدم كغذاء للزنوج العاملين فى حقول قصب السكر . ومن ثم تميز إنتاج المكاريل بالتذبذب بين عام وآخر . فبينما كان الأنتاج نحو ١١٣ مليون رطل عام ١٩٢٩ ، أصبح نحو ٣٧ مليون رطل عام ١٩٤٠ ، ثم أصبح المتوسط السنوى للكمية المصادة منه فيما بين ١٩٥٠ — ١٩٦٥ نحو ٨٠ مليون رطل . [1] .

وتصل مجموعات أسماك المكاريل إلى مياه رأس هتراس Cape Hatteras فى أول أبريل ، بينما تنتشر على طول سواحل نيو إنجلند خلال أوائل شهر يونيو . ويهاجر المكاريل أحياناً فى جماعات عظمى تنتشر فى مساحات مائية واسعة قد يبلغ مسطحها عدة أميال مربعة ، ولكن فى بعض الأحيان الأخرى تنتقل أسماك المكاريل فى جماعات صغيرة العدد جداً .

٣ ـ **أسماك الرنجة** Herring

تعتبر مجموعة أسماك الرنجة (تشمل عدة مجموعات سمكية منها الرنجة ، والشاد ، والمانهادين ...) من أهم الأسماك من الناحية التجارية فى العالم ،

1 – Thoman, R. S., (The geography of economic activity) New York, 1962.

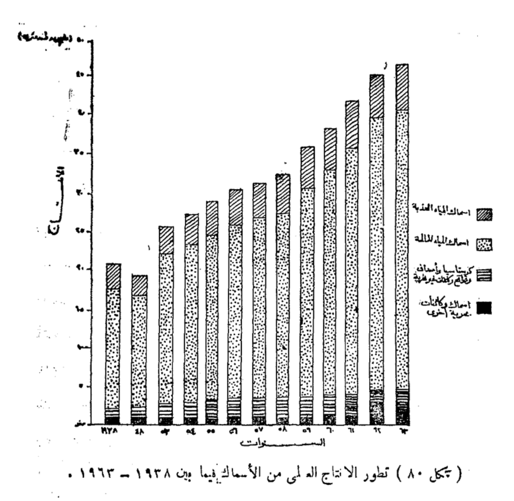
ويعزى ذلك إلى عظم كمية الإنتاج منها ورخص ثمنها ومن ثم تسوق أسماك الرنجة بصور مختلفة ، فمنها الطازج والمجمد ، والمدخن والمجفف ، والمملح . وتصاد الرنجة من المياه العميقة المجاورة لسواحل نيوفوندلاند ، وسواحل كندا ونيو إنجلند ، وكذلك من مصايد الأسماك الرئيسية .

وقد إنخفضت كمية الإنتاج الكلية من الأسماك فى الولايات المتحدة الامريكية فى الآونة الاخيرة . فبينما كانت تمثل ١١ ٪ من الإنتاج العالمى فيما قبل الحرب أصبحت الآن تمثل نحو ٨ ٪ من الانتاج العالمى الذى يبلغ نحو ٥٠ مليون طن حسب بيانات عام ١٩٦٣ . ولا يكفى الانتاج السمكى حاجة سكان الولايات المتحدة الامريكية ، لذا تستورد بعض المنتجات السمكية من الخارج . وفى عام ١٩١٣ إستوردت الولايات المتحدة الامريكية ٨ ٪ من كمية الاسماك التى تم تسويقها فى العالم ، بينما ارتفعت هذه النسبة الى نحو ١٩ ٪ عام ١٩٥٣، ومن ثم تعتبر الولايات المتحدة الامريكية أولى الدول التي تستورد الاسماك أما أهم الدول المصدرة للأسماك ومنتجاتها فتتمثل فى بيرو ، والنرويج ، وكندا ، والدانمرك ، وايسلند ، وهولنده ، واليابان ، والمكسيك .

تطور الانتاج العالمى من الاسماك

على الرغم من أن كمية الإستهلاك العالمى من الأسماك تعـد محدودة جداً إذا ما قورنت بكمية المستهلك من منتجات الألبان أو من اللحوم ، إلا أن الإنتاج العالمى من الأسماك فى تزايد تدريجى مستمر . ويعزى ذلك إلى زيادة سكان العالم (١) ، وازدياد الطلب على الأسماك ، إلى جانب المواد الغذائيـة الإستهلاكية الأخرى ويتضح من دراسة شكل ٨٠ أن كمية الإنتاج السنوى

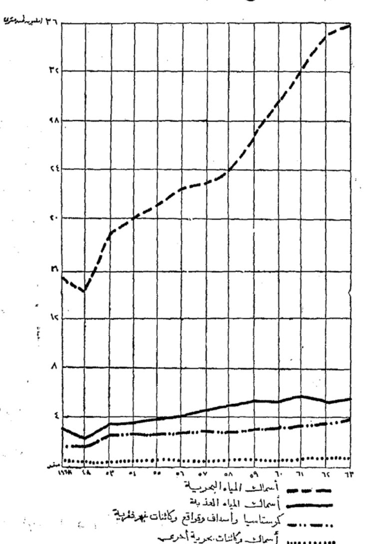
(١) كان سكان العالم عام ١٩٣٠ نحو ٢٠١٣ مليون نسمة ، ثم ارتفع عددهم عام ١٩٥٧ الى ٢٧٩٥ مليون نسمة ويزيد سكان العالم فى الوقت الحاضر عن ٤٠٠٠ مليون نسمة
(United Nations : Demographic Year Book, 1958, 1963).



(شكل ٨٠) تطور الانتاج العالمى من الأسماك فيما بين ١٩٣٨ – ١٩٦٣ .

من الأسماك (أسماك المياه المالحة وأسماك المياه العذبة) عام ١٩٣٨ كان نحو ٢١ مليون طن مترى . ولكن فى عام ١٩٥٨ أصبحت كمية الإنتاج السنوى من الأسماك نحو ٣٣ مليون طن مترى . وقد زاد الإنتاج العالمى من الأسماك عام ١٩٦٣ حتى اصبح نحو ٥٠ مليون طن مترى . وتمثل أسماك المياه البحرية نحو ٧٤ ٪ من جملة الأنواع السمكية المختلفة . (لا يدخل فى هذه النسبة جملة الإنتاج من الأصداف والقواقع والكائنات البحرية الأخرى) . ومن ثم يتضح أن أسماك المياه المالحة أعظم أهمية من الناحية الاقتصادية بالنسبة لمجموعات الأخرى . ولكن على الرغم من أن نسبة الإنتاج من أسماك المياه العذبة يعد قليلا إلا أنه ذو قيمة كبرى بالنسبة لبعض المناطق الداخلية التى

تبعد مئات الأميال عن خط الساحل، كما هو الحال بالنسبة لمنطقة هضبة البحيرات الأفريقية، والمناطق الداخلية من الصين، وقد تعد أسماك المياه العذبة الغذاء الرئيسى لبعض القبائل البدائية مثل تلك التى تعيش فى أواسط حوض الأمزون
ويلاحظ أن نسبة الزيادة فى إنتاج العالم من أسماك المياه العذبة ومجموعات الكائنات البحرية مثل القشريات والأصداف والقواقع والكائنات غير الفقرية لم تتطور كثيراً فيما بين ١٩٢٨ حتى اليوم. فتدل البيانات الإحصائية مثلا (شكل ٨١) على أن إنتاج العالم من أسماك المياه العذبة ١٩٣٨ كان نحو



(شكل ١٨) تطور الانتاج العالمى المصيد من مجموعات لأسماك الرئيسية فيما بين ٣٨ – ١٩٦٣

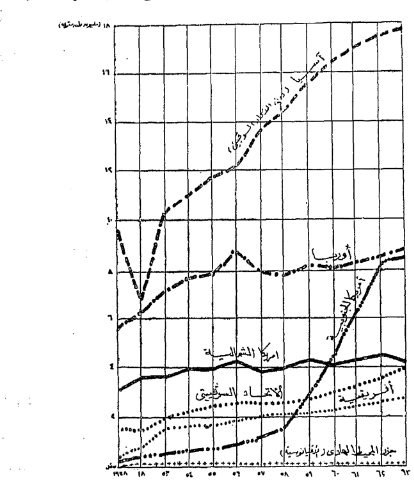
٣٫٧ مليون طن مترى ، ثم ارتفعت هذه الكمية عام ١٩٦٣ إلى نحو ٥٫٧ مليون طن مترى ، أى بزيادة قدرها ٢ مليون طن مترى فى خلال ٢٥ عاما . ونفس الوضع كذلك بالنسبة لمجموعة القشريات والأصداف والقواقع والكائنات البحرية غير الفقرية حيث كانت كمية الانتاج العالمى منها عام ١٩٣٨ نحو ٢ مليون طن مترى ، ثم ارتفعت إلى نحو ٤ مليون طن مترى عام ١٩٦٣ . وقد إرتفعت كمية الانتاج العالمى من الأسماك البحرية الفقرية ذات الأهمية الاقتصادية فيما بين عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٦٣ . فبينما كان جملة الانتاج منها عام ١٩٣٨ نحو ١٦ مليون طن مترى ، ارتفع الانتاج الى نحو ٢٤ مليون طن مترى عام ١٩٥٨ ، ثم زاد الانتاج العالمى إلى نحو ٣٦ مليون طن مترى عام ١٩٦٣ .

ويوضح البيان التالى جملة إنتاج القارات المختلفة من الأسماك حسب بيانات عام ١٩٦٣ . ويلاحظ أن قارة آسيا ، أعظم القارات إنتاجا للأسماك (دون إنتاج الاتحاد السوفيتى كذلك) بينما تعتبر قارة أفريقية أقل القارات إنتاجاً للأسماك .

القارات	جملة انتاج القارات من الاسماك ١٩٦٣ (مليون طن مترى)
آسيا (دون الإتحاد السوفيتى) .	١٦٫٩
أوربا	٩٫٠
أمريكا الجنوبية	٨٫٧
أمريكا الشمالية	٤٫٢
الاتحاد السوفيتى	٤٫٠
أفريقية	٢٫٨
مجموعة جزر المحيط الهادى (الأقيانوسية)	٠٫٢

ويلاحظ كذلك أن نسبة الزيادة فى إنتاج قارات أوربا وأمريكا الشمالية وأفريقية خلال الفترة من عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٦٣ لم تزد عن ١٠ ٪ ، بينما

عظمت كمية الإنتاج السنوى من الأسماك فى كل من قارتى آسيا وأمريكا الجنوبية . فعلى الرغم من أن إنتاج قارة آسيا من أسماك المياه البحرية كان نحو ٧ مليون طن مترى عام ١٩٣٨ ، إرتفع الإنتاج إلى نحو ١٦٫٩ مليون طن متري عام ١٩٦٣ . أما إنتاج قارة أمريكا الجنوبية من الأسماك عام ١٩٣٨ فلم يكن يتعدى ٠٫٥ مليون طن مترى ثم إرتفع إنتاجها عام ١٩٦٣ ، وأصبح نحو ٩ مليون طن مترى (شكل ٨٢) . ويعزى ذلك إلى الأثر الناتج عن إستغلال مسطحات مائية بحرية عظمى لم تكن تستغل إستغلالا إقتصادياً من قبل ، كما هو الحال بالنسبة للمسطحات المائية فى جنوب شرقى آسيا ،



(شكل ٨٢) نصيب قارات العالم من الانتاج السنوى للأسماك وتطوره من عام ٣٨-١٩٦٣

والمسطحات المائية أمام ساحل بيرو بأمريكا الجنوبية . ويلاحظ أن قارة أمريكا الجنوبية بدأت تأخذ مكانا بارزاً بين قارات العالم المختلفة من حيث انتاج الأسماك البحرية منذ عام ١٩٥٨ فقط . وقد كان انتاجها السنوى فى هذا العام الأخير نحو ١٫٨ مليون طن مترى ، أى أقل القارات انتاجا للأسماك خلال هذا العام ، ولكن بمجيء الأعوام التالية ، قفز انتاجها قفزات سريعة الى الأمام (بعد استغلال مصايد الأسماك العظمى أمام ساحل بيرو) وأصبح انتاجها السنوى عام ١٩٦٠ نحو ٤٫٥ مليون طن مترى ، ثم ارتفع عام ١٩٦٢ الى ٨ مليون طن مترى ، وأصبحت أمريكا الجنوبية اليوم ثانى قارات العالم (بعد قارة آسيا) انتاجاً للأسماك . (١)

ونتيجة لاستغلال المسطحات المائية البحرية الجديدة فى عمليات صيد الأسماك ، وتنظيم عمليات الصيد فى مناطق صيد الأسماك التقليدية القديمة ارتفع الانتاج العالمى للأسماك فى الآونة الأخيرة ، وقفز الانتاج الى نحو ٧٥ مليون طن عام ١٩٧٠ ، ونحو ٧٠٫١ مليون طن عام ١٩٧١ ثم أصبح نحو ٦٥ مليون طن عام ١٩٧٣.

وتأتى قارة آسيا (دون الاتحاد السوفيتى) فى مقدمة قارات العالم المنتجة للأسماك حيث قارب انتاجها نحو نصف انتاج العالم أجمع فبينما كان جملة انتاج قارة آسيا من الأسماك نحو ٢٦٫٣ مليون طن عام ١٩٧٠ قفز الانتاج الى نحو ٣٠٫٢ مليون طن عام ١٩٧٣ . يليها قارة أوربا الذى يقدر جملة

---

1 - a - Year book of Fishery Statistics, F. A. O., (Food and Agriculture Organization of the United Nation), vol. 39 (1973).
b - Statistical Year Book, United Nation (1974).

إنتاجها بنحو ½ إنتاج العالم أي بمعدل ... مليون طن من الأسماك سنوياً . وفي عام ١٩٧٣ بلغ جملة إنتاج قارة أفريقية من الأسماك نحـو ٤ر٨ مليون طن وقارة أمريكا الجنوبية نحو ٤ر٢ مليون طن وقارة أمريكا الشمالية نحو ٨ر٣ مليون طن . وهكذا يتضح أن مناطق الإنتـــاج السمكي في بيرو بدأت تتدهور بالتدريج ، ويعزى ذلك إلى عمليات الصيد غير المنتظمة overfishing وتكالب شركات الصيد العالمية على الصيد من مياه بيرو وما يجاورها بصورة غـــير اقتصادية ، وأدى ذلك إلى انخفـــاض جملة الإنتاج السنوى لقارة أمريكا الجنوبية من الأسماك من ٤ر١٤ مليون طن عام ١٩٧٠ إلى ٢ر١٣ مليون طن عام ٧١ ثم انخفض الإنتاج الى نحو ٦ر٩ مليون طن عام ٧٢ ، وأصبح نحو ٤ر٢ مليون طن عام ١٩٧٣ . أما الإتحاد السوفيتى (مياهه البحرية في كل من آسيا وأوربا) فتطور إنتاجه السمكى من ٢ر٧ مليون طن عام ١٩٧٠ إلى نحو ٦ر٨ مليون طن عام ١٩٧٣ كما يتضح ذلك من الجدول الآتى :

هذا ويتبين أن أعظم الدول المنتجة للأسماك سنوياً حسب بيانات عام ١٩٧٣ في قارة آسيا تشمل اليـابان (حوالى ٧ر١٠ مليون طن) ثم الصين الشعبية والهند وأندونيسيا . أما أعظم الدول إنتـاجاً للأسماك في أوربا فتشمل النرويج (٩ر٢ مليون طن) ثم يليها أسبانيا ، الدانمرك ، المملـكة المتحدة . أما في قارة أفريقيـة فان معظم الدول أنتاجا للأسماك حسب بيانات عام ١٩٧٣ فتشمل جنوب أفريقية (١ر١ مليون طن) ثم أنجولا (٤٧٠ ألف طن) والمغرب (٣٦٧ ألف طن) ثم يلي ذلك السنغال ، وغانا وزائير ، وتعتبر جمهورية مصر العربية من الدول المحدودة الانتاج السمكى ولا يزيد الإنتاج عن ٨٠ ألف طن سنوياً .

واذا درسنا تطور الانتاج السنوى من الأسماك البحرية لدول العالم المختلفة،

تطور الانتاج السمكى لقارات العالم خلال الفترة من [1]

عام ١٩٧٠ الى عام ١٩٧٣ (مليون طن)

قارات العالم	١٩٧٠	١٩٧١	١٩٧٢	١٩٧٣
آسيا (دون الاتحاد السوفيتى)	٢٦٫١	٢٨٫١	٢٨٫٨	٣٠٫٢
أوربا	١١٫٩	١٢٫٠	١٢٫٣	١٢٫٥
أفريقية	٤٫٤	٤٫١	٤٫٦	٤٫٨
أمريكا الجنوبية	١٤٫٨	١٣٫٢	٦٫٦	٤٫٢
أمريكا الشمالية	٤٫٥	٤٫٥	٤٫٣	٣٫٨
أستراليا	٠٫١٠	٠٫١١	٠٫١١	٠٫١٢
الاتحاد السوفيتى (فى أوراسيا)	٧٫٢	٧٫٣	٧٫٧	٨٫٦
جملة إنتاج العالم	٧٠٫٠	٧٠٫٠	٦٥٫٠	٦٥٫٠

نلاحظ أن كلا من **اليابان** وبيرو يتنازعان قمة الانتاج العالمى منذ عام ١٩٦٢ فقد كانت اليابان قبل هذا العام أعظم دول العالم انتاجاً للأسماك . وعلى الرغم من أن انتاجها عام ١٩٢٨ كان نحو ٣٫٦ مليون طن مترى ، الا أنه أصبح عام ١٩٦٣ نحو ٦٫٨ مليون طن مترى ولكن فى نفس الوقت لم تكن المسطحات المائية أمام ساحل بيرو تستغل استغلالا اقتصادياً بنفس الصورة التى عليها اليوم ، وكان جملة الانتاج السنوى للأسماك أمام ساحل بيرو عام ١٩٥٨

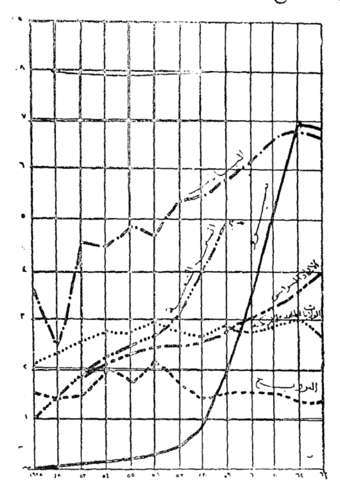
1 - Statistical Year Book. U. N. (.974).

نحو مليون طن مترى واحد ، ثم قفز الإنتاج سريعا ، وأصبحت بيرو أعظم الدول إنتاجا للأسماك ، حيث كان جملة إنتاجها السنوى من الأسماك عام ١٩٦٣ نحو ٦ر٩ مليون طن مترى . (شكل ٨٣) .

ولكن فيما بعد عام ١٩٧٠ تغيرت هذه الصورة تماماً ، وتعرضت المصايد السمكية فى أمريكا الجنوبية عامة وأمام ساحل بيرو خاصة للتدهور نتيجة لعمليات الصيد غير المنتظمة ، كما أن شركات الصيد الأجنبية لا تضيف كل المصيد من الأسماك من أمام سواحل بيرو الى البيانات الإحصائية لهذه الدولة فبعد أن كان إنتاج بيرو من الأسماك نحو ١٢٫٦ مليون طن عام ١٩٧٠ أخذ الإنتاج فى التناقص التدريجي فأصبح نحو ١٠٫٦ مليون طن عام ١٩٧١ ونحو ٤٫٧ مليون طن عام ١٩٧٢ ثم إلى نحو ٢٫٢ مليون طن عام ١٩٧٣ . ومن ثم تركت المسطحات المائية البحرية أمام بيرو ميدان المنافسة للمسطحات البحرية اليابانية التقليدية التى تمثل اليوم أعظم مصايد الأسماك البحرية فى العالم . وارتفع جملة الإنتاج السنوى من الأسماك فى اليابان (وحدها) من ٦٫٩ مليون طن عام ١٩٦٥ إلى نحو ٩٫٣ مليون طن عام ١٩٧٠ ثم إلى نحو ١٠٫٧ مليون طن عام ١٩٧٣ . أما الإتحاد السوفيتى فان إنتاجه من الأسماك نحو ٨٫٦ مليون طن عام ١٩٧٣ ، والولايات المتحدة الأمريكية نحو ٢٫٢ مليون طن عام ١٩٧٣ .

ويتضح من دراسة شكل ٨٣ كذلك تطور مراحل إزدياد الإنتاج السنوى من الأسماك فى كل من الصين الشعبية والإتحاد السوفيتى ، وذلك لإكتشاف مناطق صيد عظمى جديدة واستغلال مسطحات مائية لم تكن تستغل فى عمليات الصيد البحرى من قبل ، فضلا عن استخدام أدوات

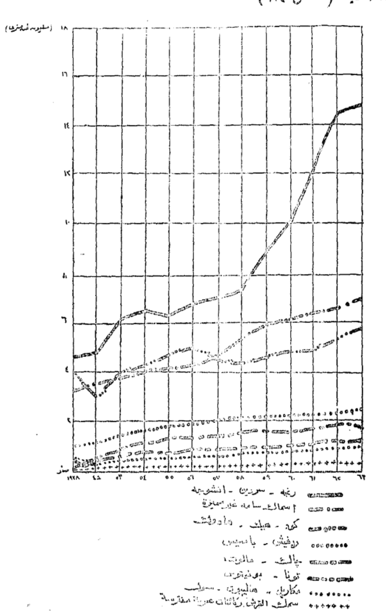
الصيد التي ساهمت بدورها في زيادة الإنتاج . أما بالنسبة للمسطحات المائية التي استغلت في عمليات الصيد فترة طويلة من الزمن فإن نسبة الزيادة السنوية في انتاج الأسماك بها ، تعد ضئيلة جداً . ويلاحظ ذلك من دراسة منحنى تطور الإنتاج السنوي للأسماك في كل من مصايد أسماك الولايات المتحدة الأمريكية والنرويج فيما بين عام ١٩٣٨ — ١٩٦٣ . (شكل ٨٣) .



(شكل ٨٣) تطور نصيب أعظم الدول انتاجا للاسماك فيما بين ٣٨ ـ ١٩٦٣ .

وعلى الرغم من ارتفاع جملة الإنتاج السنوي من الأسماك البحرية في العالم ، إلا أن هذه الزيادة كانت بصورة أعظم في بعض المجموعات السمكية التي تقبل عليها أسواق الاستهلاك العظمى في العالم . ويكثر الطلب العالمي على

أسماك المياه السطحية (البلاجك) ، ومنها الرنجة ، والسردين ، والأنشوجه ، وعلى ذلك فقد سجل الإنتاج السنوى العالمى لهذه المجموعة الأخيرة من الأسماك قفزات سريعة إلى الأمام . فبينما كان جملة الإنتاج العالمى منها عام ١٩٣٨ نحو ٤،٣ مليون طن مترى ، إرتفع إلى نحو ١٥ مليون طن مترى عام ١٩٦٣ ، وأصبحت هذه المجموعة من الأسماك أهم العائلات السمكية البحرية من الناحية الإقتصادية (شكل ٨٤) .



(شكل ٨٤) تطور كمية المصيد من مجموعات الأسماك البحرية الرئيسية من ٣٨ - ١٩٦٣ م

يلى مجموعة أسماك الباجلك من حيث الأهمية الاقتصادية ، أسماك الكود والهيك ، والهادوك ، حيث إرتفع إنتاج هذه المجموعة الأخيرة من ٣ مليون طن مترى عام ١٩٤٨ إلى نحو ٦ مليون طن مترى عام ١٩٦٠ . أما بقية العائلات السمكية الأخرى مثل المالوت ، والجاك ، والتونا ، والمكاريل ، والهاليبوت ، والسول ، فلم يسجل انتاجها سوى ارتفاعاً محدوداً ، وذلك خلال العشرين سنة الأخيرة .

الإستهلاك العالمى من الأسماك

تبعاً لتزايد عدد سكان العالم ، تتزايد نسبة المستهلك من الأسماك كذلك عاما بعد آخر فبينما كانت كميـــة الإنتاج العالمى من الأسماك عام ١٩٣٨ نحو ٢٠ مليون طن مترى ، ارتفعت هذه الكمية الى نحو ٣٤ مليون طن مترى عام ١٩٥٧ . ولكن يلاحظ أن هذه الكمية من الأسماك لا تستهلك كلها طازجة بواسطة الإنسان خلال السنة الواحدة ، فقد قدر أن ما يستهلكه العالم من جملة الإنتاج السنوى من الأسماك (على شكل أسماك طازجة) لا يزيد على ٥٠ ٪ من جملة الإنتاج السنوى العالمى . ويستخدم بقية الإنتاج السمكى فى صناعات أخرى مثـل تجفيف ، وتعليب وتدخين وتمليح الأسماك ، أو استخدام الأسماك كطعم عند صيد الأسماك الأخرى،أو فى صناعة الأسمدة.

وقد زادت كميـة المستهلك من الأسماك الطازجة فى العالم من ٩ مليون طن مترى عام ١٩٤٨ الى نحو ١١ مليون طن مترى عام ١٩٥٣ ، ثم ارتفـع الإستهلاك الى نحو ١٤ مليون طن مترى عام ١٩٥٦ . وتبعـاً لزيادة الإنتاج السنوى العالمى من الأسماك زادت كميـة المستخدم منك الأسما فى صناعات الاسماك المملحة والمدخنة . فبينما كانت هـذه الكمية نحو ٣ أطنان مترية عام ١٩٤٨ ، ارتفعت الى ٧ أطنان مترية من الاسماك عام ١٩٥٦ . وقد

بلغت كمية الأسماك المستخدمة فى صناعة تعليب الأسماك نحو مليون طن مترى عام ١٩٣٨ ، ثم إرتفعت هذه الكمية إلى نحو ١٫٥ مليون طن مترى عام ١٩٥٦. أما الأسماك المجمدة فلم تكن ذات قيمة تجارية قبل عام ١٩٣٨ ، ولكن بلغت كميتها عام ١٩٥٦: نحو ١٫٥ مليون طن مترى . ويوضح الجدول التالى تطور الإستهلاك العالمى من الأسماك الطازجة والمدخنة والمملحة والمعلبة والمجمدة فيما بين عام ١٩٣٨ ، وعام ١٩٥٦ .

أنواع الأسماك المستهلكة	١٩٣٨	١٩٤٨	١٩٥٣	١٩٥٦
١ - أسماك طازجة .	١٢	٩	١١	١٤
٢ - أسماك مدخنة ومملحة .	٤٫٥	٣	٦	٧
٣ - أسماك طازجة ، تستخدم فى الصناعات الغذائية والزيوت .	٢٫٥	٢	٣	٤
٤ - أسماك معلبة .	١	١٫٥	٢٫٥	٢٫٥
٥ - أسماك مجمدة .	—	٠٫٥	١	١٫٥
٦ - أسماك تستخدم فى أغراض متنوعة :	٠٫٥	١	١٫٥	١
جملة الإستهلاك العالمى .	٢٠٫٥	١٧	٢٥	٣٠

وتمثل المناطق المزدحمة بالسكان ، خاصة تلك التى تقع بجوار السواحل البحرية أعظم مناطق الإستهلاك الرئيسية للأسماك فى العالم . ومن ثم يتركز فى النصف الشمالى من اليابس أعظم أسواق العالم للأسماك ، ويتم فيها تسويق نحو ٩٤ ٪ من جملة الإستهلاك السنوى العالمى للأسماك (١) .

وتستهلك قارة آسيا نحو ٣٥ ٪ من جملة الإستهلاك العالمى السنوى للاسماك.

1 — Thoman, R. S., "The geography of economic activity," New York, 1962.

بينما تستهلك قارة أوربا (فيما عدا الإتحاد السوفيتى) نحو ٢٥ ٪ والولايات المتحدة الأمريكية وكندا نحو ١٣ ٪ من جملة الإستهلاك العالمى السنوى . وتعد اليابان أعظم دول العالم إستهلاكا للأسماك ، حيث يبلغ جملة الإستهلاك السنوى من الأسماك بها نحو ⅙ كمية الإستهلاك العالمى السنوى .

وتجدر الإشارة إلى أن كلا من الدول المتقدمة وتلك المتخلفة فى طرق صيد الأسماك تعد مستهلكة له . ومن بين دول المجموعة الأولى ، دول شمال غرب أوربا (النرويج ، وهولنده ، والسويد ، والدنمرك ، وبريطانيا) ، وكذلك كندا ، والولايات المتحدة الأمريكية ، واليابان . ومن الدول المتخلفة فى طرق صيد الأسماك ، دول جنوب شرق آسيا ، وبعض الدول الأخرى فى أفريقية ، وأمريكا اللاتينية ، وشرق أوربا . وتستهلك الدول المتقدمة فى طرق صيد الاسماك نحو ٦٠ ٪ من كمية الإستهلاك السنوى العالمى من الأسماك .

وقد يتركز إستهلاك نوع معين من الأسماك فى مناطق خاصة ، تبعا لظروف طبيعية وبشرية مختلفة . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن أسماك المياه العذبة يعظم إستهلاكها فى دول جنوب شرق آسيا ، وأواسط أفريقية ، وبالإتحاد السوفيتى ، بينما هى أقل إستهلاكا فى قارتى أمريكا الشمالية وأوربا . وتستهلك مجموعة الأسماك القشرية ، والقواقع ، والأصداف بكثرة فى قارة آسيا .

الفصل الثامن عشر

الثروة السمكية فى جمهورية مصر العربية [1]

دلت الآثار التاريخية الفرعونية وكتابات المؤرخين أمثال هيرودوت وبليني على أنه كان للثروة السمكية فى مصر أهمية كبرى فى إقتصاد البلاد . فقد نشأت حضارة مصر الفرعونية فى وادى النيل والقسم الجنوبى من الدلتا بينما كان القسم الشمالى منها مغطى بالمستنقعات البحرية والأعشاب ومن ثم فقد استغلت هذه المناطق الأخيرة فى عمليات صيد الأسماك وقد تبين أنه كان لنهر النيل إبان هذه الفترة أكثر من الفرعين الذين نراها اليوم فى أرض الدلتا (وهما فرع رشيد وفرع دمياط) وقد إختلفت هذه الأفرع من أربعة إلى ثمانية أفرع خلال الفترات التاريخية المختلفة . على ذلك فقد كانت مياه فيضان النيل تغمر المستنقعات الشمالية بالمياه ويرتفع منسوب المياه فيها ، كما يرتفع منسوب مياه النهر فى أفرع النيل المتعددة بالدلتا . هـذا بالإضافة إلى زيادة

---

(١) على الرغم من أن هذا الموضوع لا يناقش الانتاج السمكى من مياه البحر المتوسط أمـــام الدلتا فقط ، بل تتضمن كذلك صيد الأسماك فى المسطحات المائية البحيرية والمياه العذبة النهرية فى مصر، ذلك لـــكى يكون موضوع الثروة السمكية فى مصر موضوعاً متكاملا، ويمـــكن مقارنة جملة الانتاج السمكى من ميـــاه البحار فى مصر بتلك المنتجة من البحيرات ومياه نهر النيل .

رقعة المسطحات المائية للبحيرات الداخلية فى مصر مثل بحيرة قارون خلال فترة العصور الوسطى ، عما تبدو عليه اليوم .

وقد إستغل سكان مصر القديمة بحيرات مصر الشمالية فى صيد الأسماك ، وعظمت أهمية الإنتاج السمكى فى مصر إبان فترات الحكم العربى . وهكذا نقــــرأ على صفحات سجل الأحداث التاريخية ، وفى كتابات ودواوين المؤرخين العرب عن أهمية الثروة السمكية فى مصر وعظم تنـوع العائلات السمكية بمياه البحيرات المصرية ومن نهر النيل (١) .

وعلى الرغم من أن ظروف البيئة الطبيعية لم تتغير كثيراً عما هى عليه اليوم ، وإن خاصية موقع مصر الجغرافى وعظم طول سواحلها ظلت ثابتة لم تتغير ، إلا أن الثروة السمكية من المسطحات المائية المصرية لم تلق حتى الآن عنـاية كبيرة ، خاصة لتحسين طرق إستغلال المسطحات المائية المصرية للحصول على الأسماك وغيرها من المواد الغذائية الغنية بالبروتينات والأملاح الضرورية ، لتعويض النقص فى اللحوم اللازمة لأفراد الشعب المتزايد . وعلى ذلك نلاحظ أن قيمة الثروة السمكية فى مصر تبلغ نحو ١ ٪ من جملة الدخل القومى للبلاد الذى بلغ نحو ١٢٠٠ مليون جنيه عام ١٩٦٤ . وبلغت كمية الإنتاج السمكى

---

١ — أ — شمس الدين الأنصارى الدمشقى « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » طبعة — ليبزج — عام ١٩٢٣ .

ب — المقدسى : « أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم » ليدن — مطبعة بريل عام ١٩٠٩ .

ج — ابن الفقية : « مختصر كتاب البلدان » ليدن — مطبعة بريل عام ١٣٠٢ هـ

د — المقريزى ، « آثار البلدان » .

هـ — عثمان النابلسى الشافعى « تاريخ الفيوم وبلاده » عام ٦٤١ هجرياً .

بجمهورية مصر العربية نحو ٠٠٠٣,٠٪ من جملة الإنتاج السنوى للأسماك فى العالم (١) .

وفى خلال الأربع سنوات من ١٩٥٨ الى ١٩٦١ لم تزد جملة الإنتاج السنوى من الأسماك بالمسطحات المائية المصرية كثيرا حيث كان عام ١٩٥٨ نحو ٨٠ ألف طن ثم أصبح عام ١٩٦١ نحو ٩٠ ألف طن . وعلى ذلك فان النصيب السنوى للفرد فى مصر من الأسماك يعد ضئيلا جدا اذا ما قورن بغيره فى بعض البلدان الأخرى ، كما يتضح من البيان التالى لعام ١٩٦٣ :-

الدول	النصيب السنوى للفرد من الأسماك (بالكيلو جرام)
اليابان	٣٨
إنجلترا	٢٦
المانيا الغربية	١٧
الولايات المتحدة الأمريكية	١٦
إيطاليا	١٣
ج.ع م. (٢)	٢

هذا على الرغم من أن البلاد التى يقل فيها النصيب السنوى للفرد من الاسماك يعظم فيها عادة نصيبه من اللحوم ، ومنتجات الألبان ، كما هو الحال بالنسبة

---

(١) بلغت كمية الانتاج السمكى فى مصر نحو ١٥٠ ألف طن،حسب بيانات عام ١٩٦٤ ، بينما بلغت جملة انتاج العالم من الأسماك فى هذا العام أعظم من ٥٠ مليون طن .

(٢) بلغ عدد سكان جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥ نحو ٣٠ مليون نسمة وجملة الانتاج السمكى فى هذا العام كان نحو ٦٧ مليون كجم .

لسكان الولايات المتحدة الامريكية ، وألمانيا الغربية بينما لازالت جمهورية مصر العربية تعمل جاهدة للنهوض بالثروة الحيوانية للبلاد وإنشاء المراعى النموذجية ومؤسسات الدواجن لتوفير ما يلزم أفراد الشعب من الغذاء اللازم

وقد انخفض جملة الانتاج السنوى من الاسماك فى مصر خلال الفترة من ٦٤ حتى عام ١٩٧٠ بسبب تغير البيئة البحرية أمام شواطىء الدلتا بعد تخزين مياه نهر النيل خلف السد العالى ولكن بعد عام ١٩٧٠ بدأ الانتاج فى الزيادة التدريجية من جديد فبلغ عام ١٩٧١ نحو ٨٨٧٣٩ طن وفى عام ١٩٧٧ بلغ نحو ٩٦١٨٧ طن ويتضمن هذا الرقم الاخير جملة ما يصطاده أسطول الصيد المصرى من أعالى البحار (خاصة من ساحل غرب أفريقية) ويبلغ نحو ١٣ الف طن.

وإذا ما قارنا جملة إنتاج القارة الأفريقية من الأسماك بالنسبة للانتاج العالمى الذى بلغ ٥٠ مليون طن من الأسماك سنة ١٩٦٢ ، نلاحظ أن نسبة هذا الإنتاج لا تتعدى ٦ ٪ ، ولا يزيد جملة محصول دول الشرق الأوسط مجتمعة عن ٢ ٪ من الإنتاج العالمى لعام ١٩٦٢ . وبلغ جملة إنتاج جمهورية مصر العربية من الأسماك عام ١٩٦٢ نحو ٥ ٪ من إنتاج القارة الأفريقية ، ويوضح البيان التالى أهم الدول المنتجة للأسماك فى هذه القارة الأخيرة وكمية إنتاج الأسماك لبعض الدول بها عام ١٩٥٨ .

الدولة :	كمية الإنتاج عام ١٩٥٨ – (بالطن) :
١ – إتحاد جنوب أفريقية	٤١٣،٦٠٠
٢ – أنجولا البرتغالية .	٢٧٨،٢٠٠
٣ – جنوب غرب أفريقية	٢٣٦،٩٠٠
٤ – المملكة المغربية	١٧١،٧٠٠
٥ – الكنغو .	١٣٩،٠٠٠ (أغلبها مصايد داخلية للأسماك) .
٦ – ج. م. ع.	٨٠،٠٠٠
٧ – أوغندة	٥٢،٨٠٠

وتبعاً لإنخفاض كميـة الإنتاج السنوى من الأسماك تضطر جمهورية مصر العربية إلى استيراد كميات من الأسماك المثلجة والمملحة والمدخنة والمعلبة لتغطية حاجة الأسواق الداخلية ، وقد بلغت قيمة إستيراد جمهورية مصر العربية لهذه المنتجات السمكية عام ١٩٥١ نحـو ١٥٣١٠٠٠ جنيه ، ثم انخفضت هـذه القيمة إلى نحو ١٠٤٣٠٠٠٠ جنيه عام ١٩٦٣، وبفضل تنسيق سياسة الإستيراد من الخارج انخفضت كمية إستيراد مصر من الأسماك عام ١٩٦٠ إلى نحو ٨٠٠ طن سنوياً فقط (على الرغم من زيادة عدد السكان) ، وهذه تبلـغ قيمتها نحو ٩٠٠٠٠٠ جنيه .

وحسب البيانات الخاصة بالصيد من الأسماك بالمسطحات المائية بجمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥ يتضح أن الإنتاج الكلى فى هذا العام بلـغ نحو ٦٧ مليون كيلو جرام ، وكان جملة الإنتاج من الأسماك البحرية نحو ٣٤ مليون كيلو جرام أى نحو ٥٠ ٪ من جملة الإنتاج الكلى . وتنتج الكمية الباقية من بحيرات مصر الشمالية والداخلية ومن مجرى نهر النيل ، هذا على الرغم من أن مساحة المسطحات المائية البحرية الصالحة لعمليات الصيد تبلغ نحو ١١٢٤٠٠٠٠ فدان [1] ، بينما تبلـغ مساحة المسطحات المائية الداخلية الصالحة للصيد نحو مليون فدان فقط . وعلى ذلك يتضح أن مصايد المياه العذبة تتساوى فى كمية انتاجها السنوى مع المصايد البحرية المصرية على الرغم من قلة مساحة مسطحاتها المائية . وإن دل هـذا على شىء ، فانما يدل على أن مصايدنا البحرية (فى البحرين الأبيض المتوسط والأحمر) فى أشد الحاجة الى التطور ، واستخدام

---

(١) على أساس أن خط عمق ١٠٠ قامة هو الحـــد النهائى للرفرف القارى على طول السواحل البحرية المصرية .

آلات الصيد الحديثة لإستغلال كل بقعة منها ، حتى يمكن أن ننهض بالإنتاج السمكي بجمهورية مصر العربية .

ويتضح من دراسة بيانات عام ١٩٧٢ أن كمية الانتاج السمكي من البحر المتوسط لا تزال منخفضة عن ذى قبل ، فيصاد من سواحل الدلتا فى مصر نحو ١٠ آلاف طن ، وينتج مثلهم كذلك من مياه البحر الأحمر ، فى حين تساهم بحيرات مصر الشمالية وبحيرة ناصر وبحيرة قارون بنحو ٤٢٫٧٠٠ طن ، ومن نهر النيل نحو ٢٠٫٠٠٠ طن .

ويجب ألا تتقيد مصايد الأسماك البحرية المصرية بمنطقة الرفرف القارى أمام خط الساحل فقط ، بل لا بد كذلك من وصول مراكب الصيد الى داخل البحر والبحث عن أسماك المياه السطحية (البلجيك) مثل السردين ، الذى كادت تختفى مجموعاته فوق منطقة الرفرف القارى المصرى أمام الدلتا .

وعلى ذلك يحسن أن نشير الى امكانيات صيد الأسماك بالمسطحات المائية المصرية المختلفة .

(أولا) صيد الأسماك من المياه البحرية

على الرغم من ضآلة الانتاج السنوى من الأسماك البحرية فى مصر الا أن لمصر سواحل بحرية عظيمة الامتداد وتطل على البحر الأبيض المتوسط شمالا والبحر الأحمر شرقاً ، ويبلغ طولها نحو ٢٣٠٠ كيلو متر . وتتراكم أمامها بعض الرواسب الفيضية والمواد الغذائية (خاصة أمام سواحل مصر الشمالية) وبتفاعل هذه المواد العالقة بالمياه مع الأشعة الشمسية ، تتكون مجموعات هائلة من الفيتوبلانكتون والتى تزدهر خاصة عند بداية فصل الشتاء ، ومن ثم تعظم كمية المصيد من الاسماك البحرية عند بداية هذا الفصل كذلك .

١ - السواحل الشمالية لمصر :

وتبعاً لاختلاف مورفولوجيتها العامة،وعرض الرفرف القارى أمامها يمكن تصنيفها الى ثلاثة أقسام هى :-

أ - الساحل من الاسكندرية الى بور سعيد :

ويبلغ متوسط عرض الرفرف القارى هنا نحو ٥٠ كيلو متراً ومساحته نحو ١٢٠٠٠ كيلو متر مربع ، ويصب النيل فوق قاع الميـــاه الساحلية كل عام كميات هائلة من الرواسب مما أدى الى ضحولة الرفرف القارى ، وتعرضه لعمليات الهبوط التدريجية البسيطة . ويتميز سطح الرفرف القارى هنا باستوائه العام وانحداره البسيط تبعاً لتغطيته بفرشات عظمى من طمى النيل . ويعد هذا الساحل أهم مراكز الصيد البحرى فى جمهورية مصر العربية ، لوفرة المــواد الغذائية والفيتوبلانكتون بالمياه خاصة عند بداية فصل الشتاء . وقــد ساعد سفن الصيد أمام هذا الساحل انتشار المرافىء الجيـدة الصالحة لرسو السفن ، والتى تهتدى اليها مراكب الصيد اذا ما تعرضت للأمواج العالية والعواصف ومنها مرافىء بور سعيد ، ودمياط ، ورشيد ، وأبو قير والميناء الشرقية ، والأنفوشى بالاسكندرية . وعلى ذلك يعمل أمام هذا الساحل أكبر عدد من مراكب الصيد المصرية .

ب - الساحل من بور سعيد الى حدود مصر الشرقية على البحر الابيض المتوسط

يمتد الساحل هنا على شكل قوس بسيط ، ويكتنفه بعض السبخات البحيرية والبحيرات الضحلة (مثل بحيرة البردويل) وتتميز المياه أمامه بقلة عمقها تبعاً لتراكم الرواسب الفيضية النيلية التى تجرفها التيارات البحرية السفلية نحـــو الشرق ،وعلى ذلك تقل كمية الرواسب كلما اتجهنا شرقاً صوب الساحل الشرقى للبحر الابيض المتوسط . ويبلغ متوسط عرض الرفرف القارى هنا نحو ٤٦ كيلو متراً ، ومساحته نحو ٨٥٠٠ كيلو متر مربع . ويلاحظ أن عدد مراكب الصيد العاملة أمام هذا الساحل قليلة العدد بالنسبة للمنطقة السابقة ، وذلك يرجع الى أن مياهه أقل وفرة بالاسماك مثلك المياه التى تتمثل أمام

ساحل الاسكندرية ــ بورسعيد ، هذا الى جانب قلة المرافىء الجيدة الصالحة لرسو سفن الصيد .

جـ ـ الساحل من الاسكندرية الى حدود مصر الغربية على البحر الابيض المتوسط :

يمتد هذا الساحل من الاسكندرية شرقا إلى السلوم غرباً على شكل شريط طولى ولا يكتنفه من الخلجان البحرية سوى خليج بحر العرب أمام إقليم مريوط ويضيق الرفرف القارى أمامه تبعاً لقلة الرواسب الفيضية أمام خط الساحل وظروف نشأة الساحل نفسه ، وعلى ذلك فمتوسط إتساع الرفرف القارى هنا نحو ١٥ كيلو متراً وتبلغ مساحته نحو ٦٫٧٠٠ كيلو متر مربع وحيث إن معظم أرضية الرفرف القارى هنا تتألف من صخور صلبة ، لذلك تعذر استخدام طريقة شباك الجر فى عمليات صيد الأسماك . ولكن هناك بعض المراكز أمام هذا الساحل (خاصة فى منطقة مرسى مطروح ـ ومنطقة عجيبة) يكثر بها تجمعات سمك المرجان . وتتركز أهمية هذا الساحل فى منابت الإسفنج المصرى ذو السمعة العالمية والذى تقدر قيمة محصوله السنوى بنحو ٢٥ ألف جنيه .

(٢) السواحل الشرقية لمصر :

وهذه يمكن تصنيفها كذلك إلى قسمين رئيسين هما : ــ

١ ــ سواحل خليج السويس :

وتعد أرضية هذا الخليج جزءاً من الرفرف القارى حيث يقل عمقه عامة عن ١٠٠ قامة ، ومتوسط عرض خليج السويس يبلغ نحو ٣٠ كيلو متراً ، وتبلغ مساحته نحو ٨٫٤٠٠ كيلو متر مربع . وتغطى أرضية الخليج فرشات سميكة من الرمال ولذا كانت من أصلح البقاع لاستخدام شباك الجر فى صيد

الأسماك البحرية . ويعـــد القسم الشمالى من الخليج والذى تصب فيه بعض الأودية الجافة مقذوفاتها من الرواسب بعد حدوث الأمطار الإعصارية من أهم المصايد السمكية فى مياه هذا الخليج .

ب ـ ساحل البحر الاحمر فى شرق مصر :

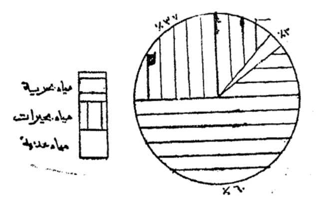
يضيق الرفرف القارى أمام ساحل البحر الأحمر فى مصر ويبلـغ متوسط عرضه نحو ١٥ كيلو متراً ، وجملة مساحته من مدخـل خليج السويس شمالا إلى حدود مصر الجنوبية نحو ١٩٠٥ كيلو متر مربع . ولم تستغل المسطحات المائية أمام هذا الساحل ، إستغلالا مجزياً ويرجع ذلك إلى بعـض العقبـات الطبيعية (القاع الصخري للرفرف القارى وانتشار الشعاب المرجانية) وتعدد المشاكل الجغرافية الأخرى (مثل بعد هـــذه المنطقة عن أسواق الإستهلاك الداخلية ـ قلة طرق المواصلات ـ عدم وفرة المياه العذبة والمواد الغذائية والإضاءة والمناطق السكنية للصيادين ...) . وعلى ذلك فان عدد مراكب الصيد العاملة أمام هذا الساحل محدودة جداً ، وتعتبر هـذه المنطقة فى أشد الحاجة إلى تطوير نظم الصيد فيها ، وتسهيل عمليات وتسويق منتجات الصيد بسهولة .

تطور انتاج الاسماك من المسطحات البحرية فى مصر

على الرغم من أن نسبة إنتاج الأسماك من مياه البحر الأبيـض المتوسط كانت نحو ١٢ ٪ من جملة الإنتاج الكلى للمسطحات المائية بجمهورية مصر العربية عام ١٩٢٨ إلا أن هذه النسبة إرتفعت إلى نحو ٢٨ ٪ عام ١٩٣٢ ثم الى نحو ٤٥ ٪ عام ١٩٥٩ وأصبحت عام ١٩٦٥ نحو ٣٧ ٪ من جمـــلة الإنتاج السمكى بجمهورية مصر العربية الذى بلغ نحو ٦٧ مليون كيلو جرام . (٦٧ ألف طن) .

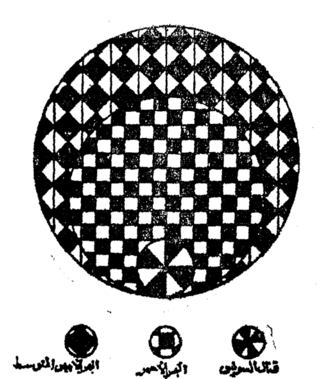
وحسب بيانات عام ١٩٦٥ يتضح أن جملة المصيد من أسماك المياه البحرية تبلغ نحو ٦٠ ٪ ، بينما تمثل نسبة المصيد من أسماك المياه العذبة وأسماك المياه البحيرية نحو ٣ ٪ ، ٣٧ ٪ على التوالى بالنسبة للانتاج الكلى . (شكل ٨٥)

وقد اتضح من بيانات المصايد السمكية (قسم الإحصاء) لعام ١٩٦٥ ، أن مصايد الأسماك بمياه البحر الأبيض المتوسط فى مصر ، تعد أهم المصايد



(شكل ٨٥) نسبة انتاج الأسماك المصادة من مياه البحار والبحيرات والمياه العذبة المصرية

البحرية بالجمهورية ، حيث بلغ جملة انتـاج الأسماك على طول ساحـل البحر الأبيض فى مصر نحو ٢١٫٦ مليون كيلو جرام ، بينما كان جملة الإنتـاج السمكى لمياه البحر الأحمر نحو ١١٫٨ مليون كجم. ويوضح شكل ٨٦ اختلاف جملة الإنتاج السنوى للأسماك من المسطحات البحرية المختلفـة فى مصر عام ١٩٦٥ . ومن ثم تظهر أهمية مياه البحر الأبيـض المتوسط ومكانتها بالنسبة لجملة الإنتاج السمكى بجمهورية مصر العربية واهتمت الدولة خاصة خلال العشر سنوات الأخيرة بزيادة عدد سفن الصيد الآليـة وتزويدها بالمعدات وآلات الصيد الحديثة . فبينما كان عدد سفن الصيد عام ١٩٣٢ نحو ٢٨ سفينة، ارتفع عددها الى ٤٢١ سفينة عام ١٩٥٨ والى ٥٥٩ سفينـة عام ١٩٦٠ ثم الى نحو



(شكل ٨٦) نسبة المصيد من مناطق المسطحات البحرية المختلفة فى جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥

٦٢٢ سفينة عام ١٩٦٢ . وقد نجم عن ذلك استغلال المسطحات المائية أمام هذا الساحل بصورة أعظم عن ذى قبل وارتفع جملة الإنتاج السنوى من الأسماك من ٠٠٠ر١٠ طن عام ١٩٣٢ الى ٠٠٠ر٣٥ طن عام ١٩٥٨ ثم الى ٠٠٠ر١٥ طن عام ١٩٦٠ وأصبح جملة الإنتاج السنوى للأسماك من ساحل مصر الشمالى وحده نحو ٨٠٠ر٣٧ طن عام ١٩٦٢ .

ويوضح الجدول التالى جملة الإنتاج السمكى لسواحل مصر الشمالية فى الفترة من عام ١٩٢٨ الى عام ١٩٣٢ ، وفى عام ١٩٥٨ الى عام ١٩٦٢ ، ونسبة انتاج الأسماك من ساحل مصر الشمالى الى الإنتاج الكلى للمصايد المصرية .

السنة	عدد سفن الصيد الآلية	الإنتاج السمكي للبحر الأبيض المتوسط بمصر الوزن (بالطن)	النسبة ٪ من الإنتاج	جملة الإنتاج السمكي العام فى مصر (بالطن)
١٩٢٨	—	٥٫٦٠٠	٪١٢٫٣	٤١٫٩٩٨
١٩٢٩	—	٦٫٦٣٦	٢٠٫٦	٣٢٫١٧٢
١٩٣٠	٣٠	١٣٫٧ ٨	٣٠٫٩	٤١٫٢٦٩
١٩٣٢	٢٨	١٠٫١٤٤	٢٨٫١	٣٦٫١٣١
١٩٥٨	٤٢٨	٣٥٫١٢٧	٪٤٣٫٧	٨٠٫٤٠٠
١٩٥٩	٥٠٤	٣٨٫٨٧٢	٤٥٫٤	٨٠٫٨٧٣
١٩٦٠	٥٥٩	٥١٫٤٨٤	٥٨٫٣	٨٨٫٣٠٠
١٩٦٢	٦٢٢	٢٧٫٨٣٢	٣٠٫٥٥	١٢٤٫١٥٩

ويوضح هذا الجدول كذلك نسبة إنتاج الأسماك من المسطحات المائية للبحر الأبيض المتوسط فى مصر بالنسبة للانتاج الكلى للاسماك فى السنوات المختلفة ، حيث كانت هذه النسبة نحو ٢٨ ٪ عام ١٩٣٢ ثم إرتفعت إلى نحو ٥٨ ٪ عام ١٩٦٠ ، إلا أنها إنخفضت ثانية لنحو ٣٠٫٥٥ ٪ عام ١٩٦٢ . وحسب بيانات عام ١٩٦٥ إرتفعت نسبة إنتاج الأسماك من مياه البحر الأبيض المتوسط فى مصر إلى نحو ٣٧ ٪ من جملة الإنتاج الكلى الذى بلغ نحو ٦٧ مليون كيلوجرام فى هذا العام[1].

---

١ — صلاح الدين الزرقا ، رياض عبد الحليم تورة «التغير الموسمى المصيدمن أسماك البحر الأبيض المتوسط » وزارة البحث العلمى — معهد علوم البحار والمصايد بالاسكندرية النشرة رقم ٤ ٧ اغسطس عام ١٩٦٤ .

ولكن فيما بعد عام ١٩٦٥ انخفض الإنتاج السمكي من البحر المتوسط في مصر انخفاضاً كبيراً وأصبحت قرى ومدن الصيد حول رشيد ودمياط شبه شبحية، وانتشرت البطالة بين الصيادين وذلك لتغير البيئة البحرية لمياه البحر المتوسط أمام ساحل الدلتا بعد خزن مياه النيل خلف السد العالي وهكذا أصبح البحر المتوسط في مصر يساهم بنحو ١٠٠٠٠ طن سنويا فقط من الأسماك وأنتج من مياه البحر الأحمر نحو ١٠,٣٥٠ طن عام ١٩٧٢ .

وتتمثل أعظم مناطق الصيد أمام ساحل مصر الشمالي بالبحر الأبيض المتوسط في المنطقة الساحلية الواقعة بين دمياط شرقاً ورشيد غرباً، أي قاعدة الدلتا. ويعزى ذلك إلى ما يلي :-

أ - إتساع الرفرف القاري تبعاً لضحولة المياه، وأصبح من السهل على سفن الصيد الصغيرة أن تبحر لمسافات بعيدة عن الشاطئ .

ب - وفرة المواد الغذائية والفيتوبلانكتون بالمياه خاصة عند نهاية فصل الصيف وبداية فصل الشتاء حيث تنخفض درجة حرارة المياه السطحية نسبياً، وتقل نسبة الملوحة فيها تبعاً لأثر مياه الفيضان .

جـ - تشكيل قاع الرفرف القاري هنا بالرواسب الطينية والرملية مما يساعد على استخدام شباك الجر في عمليات الصيد .

د - قرب المنطقة من المرافئ الجيدة، ومراكز التسويق الرئيسية. وحسب البيانات الإحصائية لعام ١٩٦٥ كان جملة إنتاج الأسماك أمام مياه الإسكندرية نحو ٤٠٠٠ طن، ومياه أبي قير نحو ٢٠٠٠ طن ورشيد ١٣٠٠ طن، والبرلس ٢٧٠٠ طن ودمياط ١٧٠٠ طن بينما لم تزد عن ٦ أطنان فقط في منطقة مرسى مطروح .

وتتمثل أهم العائلات السمكية التى تستغل من مياه البحر الأبيض المتوسط أمام الساحل المصرى فى الجبرى — والسردين — والبربون — والوقار — والمرجان — والكابوريا — وسمك موسى — واللوت — والبورى — والطوبار — والمياس . والسيوف — والموزة - والدنيس — إلا أن كلا من السردين والجبرى هما أهم هذه العائلات السمكية من الناحية الإقتصادية .

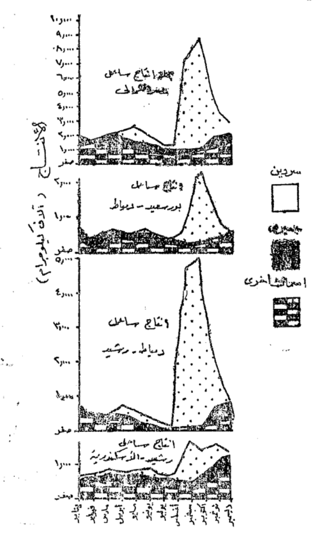
ويتضح من دراسة شكل ٨٧ جملة الإنتاج الشهرى لأسماك ساحل مصر الشمالى وأجزائه الرئيسية المختلفة حسب بيانات عام ١٩٦٢ . ومنه يلاحظ أن أهم الأسماك المستغلة من هذه المسطحات المائية هى السردين والجبرى. وتختلف كمية الانتاج الشهرى من الأسماك فى هذه المنطقة من شهر إلى آخر . ويمكن القول أن أشهر فصل الصيف هى أقل فترات السنة انتاجاً ، بينما يعظم انتاج الأسماك على طول الساحل الشمالى لمصر خلال أشهر الشتاء .

ويعزى قلة الانتاج السمكى فى فصل الصيف الى ما يلى :-

ا - ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية حيث يبلغ متوسطها خلال شهر أغسطس نحو ٢٢٫٥ م . أو بمعنى آخر ارتفاعها عن الحد الاقصى الذى تتطلبه نمو كائنات الفيتوبلانكتون ، وعلى ذلك ، تعمل حرارة المياه المرتفعة على هلاك معظم هذه الكائنات

ب - تبعاً لأرتفاع درجة حرارة المياه السطحية فى هذا الفصل ، تتجه معظم مجموعات الأسماك الى أسفل لتسبح فى المياه الاقل حرارة والأكثر اعتدالا من حيث خصائصها الطبيعية أو قد تتجه الى المياه العميقة البعيدة عن خط الساحل .

جـ - ينجم عن عدم سقوط الامطار فوق المسطحات المائية خـــلال هـذا الفصل من السنة ، بالاضافـة الى عظم الاشعة الشمسية الساقطـة على سطح المياه ، ارتفاع نسبة الملوحة بالمياه السطحية حيث تبلغ متوسطها نحـــو ٢٩ فى الالف . والتى لا تساعد الفيتوبلانكتون على الطوفان فوق سطح المياه .



(شكل ٨٧) جملة الانتاج الشهرى لمصايد السردين والجبرى والأسماك الأخرى من مياه الساحل الشمالي لمصر سنة ١٩٦٢ .

ويبدأ الانتاج الشهرى من الاسماك على طـــول ساحل البحر الابيض المتوسط لمصر فى الارتفاع التدريجى ابتداء من آواخر شهر أغسطس وبداية شهر سبتمبر[1] والى نهاية ديسمبر . (شكل ٨٧) .

ويتضح كذلك من دراسة الجدول الآتى حسب بيانات عامى ٧١ ، ١٩٧٢ أن أعظم شهور الصيد من مياه البحر المتوسط أمام سواحل الدلتا هى تلك التى تمتد من شهر أكتوبر حتى شهر فبراير ، ويساهم الانتاج السمكى لشهر نوفمبر عادة بنمو ١٥ ٪ من جملة الانتـاج السمكى من مياه سواحل الدلتا ويعد شهر يوليو أقل الشهور انتاجاً للاسماك ، ولا يزيد جملة الانتاج السمكى خلال هذا الشهر عن ٥ر٤ ٪ من جمـــلة الانتـاج السمكى من ميـاه البحر المتوسط فى مصر .

ويعزى ذلك الى ما يلى :ـ

ا ـ إعتدال درجة حرارة المياه السطحية حيث يبلغ متوسطها خـلال شهر يناير نحو ٢ر١٦° م وعلى ذلك لا تعرقل نمو كائنات الفيتوبلانكتون بل تساعد على إنقسامها وعظم إزدهارها .

ب ـ تساعد الأمطار الساقطة فى فصل الشتاء وحركة الأمواج على تقليب المياه السطحية وتجديد طبقات الفيتوبلانكتون .

جـ ـ يعظم نسبة وجود المواد الغذائية والفيتوبلانكتون بالمياه السطحية بعد

---

(١) الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء ـ احصاءات الانتاج السمكى فى جمهورية مصر العربيةعام ٧١ـ١٩٧٢ ـ مربع رقم ١٢١٨ /٨٤ا ، سبتمبر ١٩٧٤ ، ص ٧.

الشهور	١٩٧٠ — ١٩٧١		١٩٧١ ـ ١٩٧٢	
	الكمية بالطن	النسبة المئوية	الكمية بالطن	النسبة المئوية
		٪		٪
يوليو	٨٣٨	٤ر٦	٨٩٧	٤ر٤
أغسطس	٨٥١	٤ر٧	١١٣٠	٥ر٥
سبتمبر	١٠٢٢	٥ر٦	١١٧٦	٥ر٨
أكتوبر	٢٠٨٠	١١ر٤	٣٠٥٠	١٥ر٠
نوفمبر	٢٧٩٣	١٥ر٤	٣٠٧٦	١٥ر٠
ديسمبر	٢١٧٠	١١ر٩	١٨٧١	٩ر٢
يناير	٢٦٥١	٩ر١	٢٠٩٨	١٠ر٣
فبراير	١٣٥٧	٧ر٥	١٤٣٧	٧ر١
مارس	١٠٥٣	٥ر٧	١١٦٣	٥ر٧
أبريل	٩٩٣	٥ر٥	١٦٣٧	٨ر٠
مايو	١٨٤٩	١٠ر٢	١٣٦٠	٦ر٧
يونيو	١٥٣٣	٨ر٤	١٤٨٨	٧ر٣
جملة الانتاج	١٨١٩٠	١٠٠ ٪	٢٠٢٨٣	١٠٠ ٪

فترة وجيزة من حدوث فيضان النيل عند نهاية فصل الصيف وبداية فصل الشتاء . وكلما عظمت كميات الفيتو بلانكتون بالمياه تكثر مجموعات السردين بالمياه الإقليمية . ومن بين أنواع الفيتو بلانكتون أمام الساحل المصرى تلك المعروفة باسم كيتوسيرس Chactoceros ، وميلوزيرا Meloseira وكوسكينوديسكوس Coscinodiscus

د — تبعاً لتصريف مياه فيضان النيل فى البحر بالإضافة إلى كمية الأمطار الأعصارية الشتوية الساقطة على المياه وانخفاض درجة حرارة الهواء الملامس للماء، تنخفض نسبة ملوحة المياه السطحية (أمام مصبي النيل) فى هذا الفصل وتبلغ متوسطها خلال شهر يناير نحو ٢٠ فى الألف .

ويتضح من البيانات الاحصائية لعام ١٩٦٢ [1] أن السردين والجبرى بأنواعه المختلفة (القزازى والسويسى والأحمر والكهرمانى أو اليابانى) ، يمثلان أكثر من ٦٠ ٪ من جملة المحصول الكلى لأسماك مياه البحر الأبيض المتوسط فى مصر ، وكان السردين يمثل منفرداً نحو ٤٨ ٪ من جملة الانتاج الكلى . ويلى ذلك فى الأهمية أسماك اللوت حيث كان نسبة إنتاجها نحو ٥ر٨ ٪ والبورى ٧ر٣ ٪ ، والحارت ٦ر٣ ٪ والبربونى ٨ر٢ ٪ من جملة المصيد من مياه البحر الأبيض المتوسط فى مصر .

وقد كان جملة الانتاج من السردين عام ١٩٦٢ نحو ١٨ مليون كيلو جرام ، وعظمت كمية الانتاج منه بوجه خاص خلال الفترة من سبتمبر إلى آخر نوفمبر حيث كانت نحو ١٧ مليون كيلو جرام وتسجل قمة إنتاج السردين من هذه المنطقة خلال شهر أكتوبر حيث كان يصاد منه نحو ٨ مليون كيلوجرام فى هذا الشهر وحده . ولم يتضح حتى الآن أسباب التغير الموسمى فى كمية المصيد من السردين أمام ساحل مصر الشمالى على مدار السنة . ولكن أوضحت الملاحظات العلمية ما يلى :-

ا — أنه كان هناك علاقة وثيقة بين مواسم إنتاج السردين وموسم فيضان نهر

1 - El-Maghrapy, A. M., (The Biology of the Egyptian Sardine) Alex. Institute of Hydrobiology, Notes & Memoires, No- 58 (1960) p. 26.

النيل حيث كان يبدأ صيد السردين عندما يبدأ النهر فى تصريف مياهه فى البحر . بل يتوقف موسم صيد السردين تماماً بانتهاء موسم الفيضان كذلك . (١)

ب — لم يكن يظهر تأثير مياه فيضان النيل على تجمع أسراب السردين مباشرة، ولكن بعد فترة زمنية قد تبلغ نحو شهر (٢) ، حيث تزدهر الفيتوبلانكتون ويعظم وجود المواد الغذائية بالمياه وتتجه أسراب السردين إلى المياه الساحلية أمام قاعدة الدلتا وخاصة أمام مصب فرعى رشيد ودمياط .

وقد أكد رفعت (Rifaat, 1960) أن أحشاء السردين تحتوى على غذاء يتألف معظمه من الدياتومات التى تزدهر بالمياه الساحلية بعد تدفق مياه النيل فيها خلال فترة الفيضان .

وتبعاً لانحصار مياه الفيضان السنوية خلف السد العالى منذ عام ١٩٦٥ ، كادت تختفى أسراب السردين أمام السواحل المصرية ، وانخفضت كمية الانتاج السنوى من السردين عن ذى قبل . ولكن بعد عام ١٩٧٠ بدأ الانتاج من السردين فى زيادة تدريجية بسيطة عن السنوات الماضية وأصبح ينتج نحو ١٣٠٠ طن سنوياً من مياه البحر المتوسط أمام الدلتا ، وعلى ذلك فان أهم الأسماك العظمية المنتجة حسب بيانات عام ١٩٧٢ من مياه البحر

---

1 - Rifaat, A., (Sardine Fisheries in U. A. R.). Alex. Institute of Hydrobiology, Notes & Mem. No. 54., (1960).

٢ — صلاح الدين الزرقا ورياض عبد الحليم توره «التغير الموسمى للصيد من أسماك البحر الأبيض المتوسط» ، معهد علوم البحار والمصايد بالاسكندرية — النشرة رقم ٧٤ أغسطس عام ١٩٦٤ .

المتوسط تتمثل على التوالى فى السردين ، والبربونى والحارت ، والمرجان والفراخ والموزة وأقلها أهمية الطوبار ـ الوقار ـ الساخورة ـ المياس ـ البورى النازيللى ـ سيفوليا ـ اللوت ـ الشرغوش ـ الدنيس والمغازل ومن أهم الأسماك الغضروفية فى مياه سواحل الدلتا هى المحراث والبقر ، وينتج من القشريات (الجمبرى بأنواعه) نحو ١١١٠ طن عام ١٩٧٢ .

أما البحر الأحمر فلا زالت أهمية إستغلال مياهه والمصايد السمكية فيه ضئيلة جداً إذا ما قورنت بأهمية مصايد البحر الأبيض المتوسط ، ويعزى ذلك إلى عوامل طبيعية وبيولوجية خاصة بالمياه وقاع البحر نفسه ، وعوامل بشرية تختص بامكانيات صيد الأسماك فى هذه المنطقة البعيدة عن مركز الثقل البشرى جمهورية مصر العربية وصعوبة تسويق الأسماك إلى داخل البلاد .

ويمتد ساحل البحر الأحمر من الفتحة الجنوبية لخليج السويس إلى الحدود الجنوبية لمصر لمسافة يبلغ طولها نحو ٦٨٠ كيلو متر ، وبينما يبلغ طول خليج السويس نحو ٢٨٠ كيلو متر ، يقل طول خليج العقبة عن ١٩٠ كيلو متر . وتبعاً لضحولة مياه خليج السويس فتعد أرضيته كلها جــــزء من الرفرف القارى ويتراوح إتساع الخليـج من ٢٠ ـــ ٥٠ كيلو متر ، أما خليـج العقبة فهو أعظم عمقاً من خليـج السويس لتأثره بالحركات الصدعية العظمى التى كونت حوض البحر الأحمر الصدعى الحوضى Taphrogeosyncline ، ويزيد متوسط عمقه عن ١٠٠٠ متر ، وقد تصل بعض أعماقه إلى نحو ٢٤٠٠ متر ، ولا يزيد عرض الخليـج عن ٢٥ كيلو متر .

أما الرفرف القارى أمام ساحل البحر الأحمـر فى مصر فيتميز بضيقه خاصة فى القسم الشمالى ويتسع الرفرف بالتدريـج كلما إتجهنا جنوباً . وقد

تشكلت أرضية الرفرف القارى هنا وكذلك ساحل البحر نفسه بكثرة الشعاب المرجانية ، وإنتشار الجزر الصغيرة المرجانية والقارية المجاورة لخط الساحل وشدة التعرية البحرية فى صخور الشاطىء ، (١) وإرتفاع مدى المد والجزر على الساحل حيث يصل فرق المد إلى نحو ١٢٠ سم ، ولا تتكون على طول الساحل البحيرات المستنقعية كما هو الحـــال بالنسبة للساحل الشمالى لمصر .

وتبعاً لندرة التساقط وقلة المياه الفيضية التى تصب فى البحر وعظم سقوط الأشعة الشمسية على سطح الميـاه والموقع الجغـرافى لحوض البحر الأحمر ، تميزت مياهه السطحية بارتفاع درجة حرارتهـا بحيث يبلغ المتوسط فى شهر سبتمبر نحو ٣٢٫٢° م ، كما ترتفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية إلى نحو ٤١ فى الألف . وتبعاً لإرتفاع نسبة الملوحة بالمياه السطحية الدفيئة تنحدر هذه الميـاه إلى أسفل نحو الأعماق البعيدة (١٠٠٠ م من السطح) وتكون كتلة مائية دفيئة بالنسبة لمياه المحيطات الأخرى التى تتمثل عند هذا العمق البعيد من السطح .

وقد بلغ جملة إنتـاج الأسماك من ميـاه البحر الأحمر (فيما عدا خليـج

---

١ ـ راجع : ـ

ا ـ أنور عبدالعليم ـ «الثروة المائية فى الج.ع م. ووسائل تنميتها» ـ دار المعارف القاهرة عام ١٩٦١ .

ب ـ عبد الرحمن الخولى ـ «مصايد البحر الأحمر» ـ مطابع الهلال ـ القاهرة ـ عام ١٩٦٥ .

جـ ـ أحمد العدوى ـ «سواحل مصر» ـ مجلة كلية الآداب ـ الأسكندرية ـ عام ١٩٥٢

1 - Ahmed M. Badr, & C. Crossland, (Topography of the Red Sea Floor), Reports on the Priliminary Expedition Mabahith Exploration of the Red Sea: 1939.

السويس) فى مصر ، عام ١٩٦٥ نحو ١١٫٨ مليون جـرام [1] ، وأغلب العائلات السمكية فى مياه البحر الأحمر صالحة للأكل وخاصة الصغيرة الحجم منها ومن أهم الأسماك الإقتصادية العربى أو البورى ـ العنبر ـ السليخ ـ القرم ـ المرجان ـ البراكودا ـ التونة الكبيرة الحجم ـ والكشر ، التوين ـ الشعور ـ المحسن ـ البهار ـ القمر ـ الفارس ـ الضرع والدرينى [2] . وتمتد أعظم مصايد الأسماك بخليج السويس من سهل عتاقـة (جنوب السويس) شمالا إلى رأس ملعب جنوباً . وتستخدم هنـا طرق شباك الجر والشانشولا فى عمليات الصيد .

وتتمثل أهم العقبات التى تحد من زيادة الإنتاج السمكى لمياه البحر الأحمر فيما يلى : ـ

١ ـ بعد هذه السواحل عن مناطق تصريف الإنتـاج ، مما يلزم استخدام عربات خاصة لنقل الأسماك ، والمزودة بالثـلاجات الكبرى حتى تصل الأسماك إلى الأسواق فى صورة جيدة .

٢ ـ عدم وفرة المياه العذبة على طول الساحل ، وفقر البيئة الطبيعيـة ممـا يضطر الصيادون إلى شراء مستلزماتهـم وغذائهم من مدينة السويس الواقعة على رأس خليج السويس.

٣ ـ عدد مراكب الصيد المحدود بالإضافة إلى أنهـا بدائية الصنع وليست

---

١ ـ لايزال هذا الرقم يمثل المتوسط السنوى لانتـاج الأسماك من ميـاه البحر الأحمر حيث وصل الانتاج عام ١٩٧١ الى نحو ١٠٫٠٠٠ طن ، وأصبح نحـو ١٠٢٥٠ طن عام سنة ١٩٧٢ .

٢ ـ للدراسة التفصيلية الخاصة بالتركيب الفسيولوجى لهذه العائلات السمكية .

راجع : عبد الرحمن الخولى ـ (مصايد البحر الأحمر) ـ القاهرة عام ١٩٦٥ .

مزودة بمحركات آلية ، فضلا عن فقر الصيادين واستخدامهم آلات بدائية فى عمليات الصيد .

٤ ـ كثرة الأسماك السامة والأسماك الكبيرة الحجم بمياه البحر الأحمر والتى تعمل على افتراس الأسماك الصغيرة .

٥ ـ قلة المرافىء الجيدة الصالحة لرسو السفن .

٦ ـ إمتداد الشعاب المرجانية على طول خط الساحل وفوق الرفرف القارى مما يجعل استخدام شباك الجر فى كثير من المناطق أمراً مستحيلا .

٧ ـ عدم تعود أفراد الشعب المصرى على تذوق أسماك البحر الأحمر .

٨ ـ عدم استغلال بعض الأسماك من مياه البحر الأحمر مثل سمك القرش[١] والذى قد تقوم عليه صناعة استخراج زيته اذا ما أنتج منه كميات كبيرة وقد بذلت الدولة فى الآونة الأخيرة كثيراً من الجهود لتيسير عمليات الصيد من مياه البحر الأحمر حتى تأخذ مكانها اللائق بين المصايد السمكية الهامة فى جمهورية مصر العربية وأنشئت الدولة بالغردقة محطات لاستقبال الأسماك وزودتها بالثلج اللازم حتى يحفظ الأسماك بحالة جيدة قبل تسويقها ونظمت جمعيات للصيد التعاونى للاشراف على عمليات الصيد وإرشاد الصيادين إلى المصايد المجزية تحت رعاية معهد علوم البحار بالغردقة كما رصفت الطرق البرية الجيدة على طول ساحل البحر الأحمر من القصير جنوباً الى السويس شمالا لتسهيل عمليات نقل الإنتاج السمكى .

أما فى قناة السويس ، فتكاد تقتصر عمليات صيد الأسماك فى البحيرات الصغيرة التى تشقها القناة مثل بحيرة التمساح والبحيرات المرة . ويصاد منها البورى والطوبار .

---

(١) تصنع اليابان من زعانف سمك القرش حساء حلو المذاق غالي الثمن .

(ثانيا) صيد الاسماك من البحيرات المصرية

على الرغم من أن جملة مساحة البحيرات المصرية (الساحلية منها والداخلية) تبلـغ نحو مليون فدان أى نحو ١١ ٪ من جملة مساحة الرفارف القارية للسواحل المصرية إلا أن جملة إنتاجها السنوى من الأسماك بلغ نحو ٣٠ مليون كيلو جرام عام ١٩٦٥ أى نحو ٤٧ ٪ من جملة الانتاج السنوى للأسماك فى جمهورية مصر العربية [١]. وعلى ذلك يتضح أن مياه البحيرات أعظم إستغلالا فى عمليات صيـد الأسماك من مياه المسطحات البحرية المصرية . كما أن جملة المحصول السمكى للفدان الواحد من المياه البحرية يبلـغ نحو ٣٫٠١ كجم فى السنة ، فى حين أنه يبلـغ نحو ٢٠ كجم بالمسطحات المائية البحيرية ، أو بمعنى آخر يبلغ جملة انتاج الأسماك للفدان بالمسطحات البحيرية نحو ١٠ أمثال مثيله بالمسطحات البحرية المصرية .

ولكن تبعاً للتوسع الأفقى فى مساحة الأرض الزراعية على حساب هـذه البحيرات الساحلية الشمالية بمصر (المنزلة ، البرلس ، أدكو ، مريوط .) وما تعرضت له هـــذه البحيرات من عمليات التجفيف المستمرة ، ثم نتيجة لعمليات ضبط مياه الفيضانات السنوية لنهر النيل وتخزينها خلف السد العالى ، انكمشت مساحة البحيرات بالتدريج ، وانخفض جملة الانتاج السمكى من البحيرات على الرغم من التقدم فى طرق عمليات الصيد ، وكثرة الأيدى العاملة فى صيد الأسماك بهذه البحيرات. ويلاحظ أن أعظم البحيرات تأثراً بالانكماش

---

(١) أرتفع الانتاج السنوى للاسماك من بحيرات مصر الشمالية بما فيها بحيرة ناصر من ٣٠ ألف طن عام ٦٥ الى ٤٢٫٧٠٠ طن عام ١٩٧٢ ، وأصبح انتاجها يزيد عن نصف جملة الانتاج السنوى للاسماك من المصايد السمكية المصرية (فيما عدا المنتج من أعالى البحار) .

هى بحيرة مريوط التى جف منها أكثر من ٥٥ ٪ من جملة مساحتها فيما بين ١٩٣٥ إلى ١٩٦٠ ، وتليها بحيرة المنزلة حيث جف منها نحو ٢٠ ٪ من مساحتها فى هذه الفترة السابقة .

ويوضح الجدول التالى تطور مساحة بعض البحيرات المصرية منذ عهد الحملة الفرنسية فى مصر حتى عام ١٩٥٦ .(١)

البحيرة	المساحة حسب تقدير علماء الحملة الفرنسية	المساحة ١٨٨٩ (فدان)	المساحة ١٩١٣ (فدان)	المساحة ١٩٥٦ (فدان)
المنزلة	٤٧٠,٠٠٠	٤٩٠,٠٠٠	٤١٠,٠٠٠	٣٢٥,٠٠٠
البرلس	٢٧٠,٠٠٠	١٨٠,٠٠٠	١٤٠,٠٠٠	١٣ ,٠٠٠
ادكو	٨ ,٠٠٠	٨٠,٠٠٠	٤٥,٠٠٠	٣٣,٠٠٠
مريوط	٢٠٤,٠٠٠	٥ ,٠٠ ٠	٦٥,٠٠٠	٢٣,٠٠٠
أبوقير	٣٢,٠٠٠	٣٠,٠٠٠	—	—
	١,٠٥٧,٠٠٠	٨٣٠, ٠٠	٦٦٠,٠٠٠	٥١٦,٠٠٠

وعلى الرغم من أن مياه البحيرات المصرية أكثر خصوبة من مياه الرفارف القارية للبحرين الأبيض المتوسط والأحمر فى مصر ، إلا أن نسبة خصوبتها تختلف من بحيرة الى أخرى . وعلى ذلك اختلف معدل انتاج الفدان من الأسماك فى كل من هذه البحيرات ويلاحظ أن أعظم البحيرات خصوبة حسب بيانات عام ١٩٥٩ هى بحيرة أدكو ثم تليها كل من مريوط والبرلس كما يتضح من الجدول الآتى : ـ (٢)

(١) سعد قسطندى ملطى ، (بحيرات مصر الشمالية) رسالة ماجستير ـ جامعة القاهرة عام ١٩٦٠ .

(٢) أ ـ الادارة العامة للأحياء المائية ـ بيانات عن المصايد السمكية ـ قسم الاحصاء عام ١٩٥٩ .

ب ـ أنور عبد العليم (الثروة المائية فى جمهورية مصر العربية) دار المعارف عام ١٩٦١ ص ٣٢٦ .

البحيرة	المساحة بالفدان عام ١٩٠٩	معدل الإنتاج السنوى بالطن	معدل إنتاج الفدان بالكيلوجرام فى السنة
١ - المنزلة	٣٢٥٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠٠	٦٢
٢ — البرلس	١٣٥٠٠٠٠	١٤٠٠٠٠	١٠٣
٣ — ادكو	٣٣٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٢٢٥
٤ — مريوط	٣٢٠٠٠٠	٤٥٠٠٠	١٤٠
٥ — قارون	٥٥٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	٤٥
الجملة	٥٧٧٠٠٠٠	٤٨٠٠٠٠	١١٥

ويعمل على إستغلال الثروة السمكية من مياه البحيرات مراكب صيد صغيرة ينتمى معظمها إلى مراكب من نوع الدرجة الثالثة وتبلغ نسبة المراكب الجيدة من الدرجة الأولى إلى مراكب الصيد المتوسطة الجودة من الدرجة الثانية إلى مراكب الصيد العادية الصغيرة من الدرجة الثالثة والعاملة بالبحيرات المصرية نحو ١ : ٥ : ٢٥ .

ويبلغ عدد الصيادين من الرجال والأولاد العاملين ببحيرة المنزلة نحو ٨١٢٤ شخصاً ، وفى البرلس نحو ٦٨٨ ٤ شخصاً وفى أدكو ١١٨٤ شخصاً وفى مريوط ٧٠٤ ٢ شخصاً . ويوضح الجدول التالى عدد مراكب الصيد المختلفة العاملة فى كل من هذه البحيرات وعدد المشتغلين من الصيادين فيها حسب بيانات عام ١٩٥٦ (١) .

(١) ا - مركز بحوث البحار والمصايد بالاسكندرية — ادارة المصايد — دفاتر الايرادات عام ١٩٥٦ .
ب - سعد قسطندى ملطى — (بحيرات مصر الشمالية) — رسالة ماجستير — جامعة القاهرة — عام ١٩٦٠ .

البحيرة	عدد مراكب الصيد		عدد الصيادين	
المنزلة	درجة أولى	٤٦	٣٦٨ رجلا	١٨٤ ولداً
	درجة ثانية	٥٠٠	٢٠٠٠ رجلا	١٠٠٠ ولداً
	درجة ثالثة	١٥٢٤	٣٠٤٨ رجلا	١٥٢٤ ولداً
	المجموع	٢٠٧٠	٥٤١٦ رجلا	٢٧٠٨ ولداً
البرلس	درجة أولى	٥٢	٤١٦ رجلا	٢٠٨ ولداً
	درجة ثانية	٣٧	١٤٨ رجلا	٧٤ ولداً
	درجة ثالثة	١٦١٤	٣٢٢٨ رجلا	١٦١٤ ولداً
	المجموع	١٧٠٣	٣٧٩٢ رجلا	١٨٩٦ ولداً
أدكو	درجة ثانية	٣	١٢ رجلا	٦ ولداً
	درجة ثالثة	٧٢٢	١٤٤٤ رجلا	٧٢٢ ولداً
	المجموع	٧٢٥	١٤٥٦ رجلا	٧٢٨ ولداً
مريوط	درجة ثالثة	١٢٦٨	٢٥٣٦ رجلا	١٢٦٨ ولداً
المجموع الكلى		٥٧٦٦	١٣٢٠٠ رجلا	٦٦٠٠ ولداً

ويمكن تقسيم البحيرات الساحلية الشمالية فى مصر تبعاً لطبيعة إتصالها بمياه البحر المجاور إلى مجموعتين هما : ـ

١ ـ بحيرات تتصل بمياه البحر المجاور عن طريق البواغير ، وذلك مثل :

المنزلة وتتصل بالبحر عن طريق بوغاز الجميل .

البرلس وتتصل بالبحر عن طريق بوغار البرلس .

أدكو وتتصل بالبحر عن طريق بوغاز المعدية .

٢ ـ بحيرات لا تتصل بمياه البحر المجاور : وتتمثل فى بحيرة مريوط ،

ويشابها فى ذلك بحيرة قارون فى منخفض الفيوم ، ولذلك تزود هاتين البحيرتين بزريعة الأسماك سنوياً تحت إشراف معهد الأحيـاء المائية ، بالاسكندرية للمحافظة على ثروتهما السمكية من التدهور .

وأهم ما يميز البحيرات الساحليـة الشمالية فى مصر (المنزلة ، والبرلس ، وأدكو ، ومريوط) تشابها جميعاً من حيث أعماقها الضحلة جـداً فمتوسط عمق بحيرة المنزلة يبلغ نحو ١١٠ سم بينما يبلغ فى البرلس نحو ٨٠ سم ، وأدكو نحو ٦٥ سم ، ومريوط نحو ٥٠ سم . بل هناك مسطحات مائية واسعـة من هذه البحيرات تقل فيها أعماقها عن ٤٠ سم وخاصة المسطحات المائية الشمالية الغربية من بحيرة المنزلة والغربية من بحيرة البرلس والشرقية من بحيرة أدكو . وأعظم المناطق عمقاً فى هذه البحيرات تتمثل فى تلك الأجزاء التي كانت تمثل مجارى نهرية قديمة لفروع النيل القديمة ، كما هو الحـال فى بعض أجزاء من قاع بحيرتى المنزلة وأدكو حيث يتراوح عمق المسطحات المائيـة هنا فيما بين ٢ ، ٥ متر .

وتبعاً لمراحل تطور نمو هذه البحيرات وإنتشار بعض الجزر الصغيرة فيها وتأثرهـا بالحركات التكتونيـة البسيطة ، وتشكيل أرضيتهـا بظاهرات جيومورفولوجية متنوعة ، يمكن تقسيم قاع البحيرات إلى أحواض مائيـة مختلفة وقد أمكن تمييز أكثر من ثلاثين حوضاً مائياً ببحيرة المنزلة وحدها (منها بحار رشدى ، والديجو ، وأتريب ...) وتتألف بحيرة البرلس من أربعة أحواض رئيسية أعظمها مساحة حوض البركة الشرقية وحوض بركة الكوم الأخضر .

وتنتشر فوق أرضية هذه البحيرات فرشات مختلفة من الرواسب أغلبهـا

الرواسب الفيضية الطينية التى يعظم إنتشارها فوق قاع بحيرات المنزلةوأدكو وشرق بحيرة مريوط . وقد تختلط هذه الرواسب فى بعض الأجزاء بالرواسب الرملية والرواسب الجيرية وكثيراً ما تتألف الأخيرة من مفتتات الأحياء البحرية الصدفية . وقد تنتشر بعض النباتات البحيرية والمستنقعية على حواف البحيرات كما هو الحال حول الحواف الهامشية لبحيرات البرلس ، وأدكو ، والمنزلة . وفى الجزء الشرقى من بحيرة البرلس تكثر نباتات الغاب والبردى ونباتات الحامول . هذا إلى جانب إزدهار كائنات الفيتوبلانكتون والمواد الغذائية بمياه البحيرات خلال موسم فيضان النيل وارتفاع منسوب المياه بالبحيرات

ومن حيث الأحوال الجوية ، وحالة مياه البحيرات ، فهى فى جملتها ملائمة تماما لعمليات الصيد على مدار السنة ولكن فى حالة إضطراب مياه البحر المجاور وارتفاع الأمواج قد تغلق البواغيز التى تربط مياه البحيرات بالبحر المجاور . وتكاد تتشابه الظروف المناخية فى كل هذه البحيرات مجتمعة فمتوسط درجة حرارة الهواء الملامس لمياه بحيرة المنزلة ، يبلغ نحو ١٣٫١° م ، وفى البرلس ١٣٫٣° م ، وأدكو ١٣٫٤° م ، ومريوط ١٣٫٧° م ، والبردويل ١٢٫٩° م . ويسخن الهواء الملامس للمياه بشدة فى فصل الصيف ، ويبلغ متوسط درجة حرارته فى هذا الفصل فى المنزلة نحو ٢٦٫٢° م ، والبرلس ٢٦٫٠° م ، وأدكو ٢٦٫٠° م ، ومريوط ٢٥٫٩° م ، والبردويل ٢٥٫٨° م .

أما العواصف فهى نادراً ما تحدث بمياه البحيرات ، وتتراوح سرعة الرياح فيها من ١٠ — ٢٠ كيلومتر / ساعة . وتتشكل درجة حرارة مياه البحيرات تبعاً لهذه الظروف المناخية . ويوضح الجدول التالى إختلاف متوسطات

درجة حرارة المياه بالبحيرات المختلفة (فيما بين عام ١٩٢١ — ١٩٢٤) خلال الفصول الأربعة للسنة بالدرجات المئوية ، —

البحيرة	يناير	ابريل	يوليو	اكتوبر
المنزلة	١٩٫٣٦° م	٢٢٫٠٠° م	٢٦٫٨٥° م	٢٥٫٢١° م
البرلس	١٥٫٨٠° م	٢١٫٨٣° م	٢٧٫٢٤° م	٢٥٫٦٧° م
أدكو	١٦٫٣١° م	١٩٫٧٤° م	٢٧٫١٠° م	٢٤٫٥٣° م
مريوط	١٤٫٧٩° م	١٩٫٨٥° م	٢٥٫٨٥° م	٢٣٫٢٠° م

وتختلف نسبة الملوحة بمياه البحيرات من ٢ الى ١٥ في الألف وتنخفض كثيراً خلال موسم فيضان النيل .

الإنتاج السمكى من البحيرات المصرية

على الرغم من الإنكماش التدريجى لمساحة البحرات المصرية ، إلا أن كمية الإنتاج السمكى منها فى إزدياد تدريجى مستمر تبعاً لزيادة عدد السفن العاملة فيها والتقدم التكنولوجى فى عمليات الصيد ، وقوانين الصيد التى وضعتها الهيئات المسئولة لحماية صغار الأسماك، وعملها على تحسين خصوبة مياه البحيرات. وعلى ذلك تطور الإنتاج السمكى بالبحيرات المصرية من ١٤٠٠٠ طن عام ١٩٠٨ إلى ٢٣٠٠٠ طن عام ١٩٦١ ، ثم أصبح إنتاجها نحو ٣١٠٠٠ طن عام ١٩٦٣ وإنخفض عام ١٩٦٥ إلى نحو ٣٠٠٠٠ طن .

وتعد بحيرة المنزلة أولى هـــذه البحيرات من حيث كمية الإنتاج السنوى للأسماك ، حيث كان إنتاجها نحو ١٩٫٣١٩ طن عام ١٩٦٥ ، ثم يليها كل من بحيرات مريوط وإنتاجها ٩٫٢٤٠ طن ، والبرلس وإنتاجها ٥٫٢٥٧ طن ،

ثم أدكو وإنتاجها ٢٧٣٨و طن ، ثم قارون وإنتاجها ١٩٠٨و طن . إلا أن أعظم المسطحات المائية خصوبة تتمثل فى بحيرة أدكو ، ثم يليها كل من مياه بحيرات مريوط والمنزلة ، والبرلس . وعلى ذلك يلاحظ أن متوسط محصول الفدان الواحد من الأسماك يبلغ أعظم تقديراته بمياه بحيرة أدكو .

ويوضح الجدول الآتى تطور المعدل السنوى لإنتاج الفدان الواحد من مياه البحيرات المصرية من الأسماك خلال فترتين زمنيتين مختلفتين (١) .

البحيرة	المعدل السنوى لإنتاج الفدان (بالكيلو جرام) فى الفترة من ١٩٢١ – ١٩٣	المعدل السنوى لإنتاج الفدان (بالكيلو جرام) فى الفترة من ١٩٥١ – ١٩٥؟
١ – بحيرة أدكو	١١٩	٢٢٥
٢ – بحيرة مريوط	٦٣	١٤٠
٣ – بحيرة المنزلة	٣١	٦٢
٤ – بحيرة البرلس	٢٤	١٠٣

وحسب بيانات عام ١٩٧٢ يتضح أن أعظم البحيرات المصرية إنتاجاً للأسماك هى بحيرة المنزلة (٢٠٦٢٩ طن) يليها بحيرات البرلس (٨٢٧٦ طن) وبحيرة ناصر (٧٥٦٠ طن) ثم قارون ، ومريوط وأدكو . كما يتضح من الجدول الآتى :–

(١) أ – سعد قسطندى ملطى : (بحيرات مصر الشمالية) – رسالة ماجستير – جامعة القاهرة – عام ١٩٦٠ .

ب – نشرة الاقتصاد الزراعى – الأعداد من عام ١٩٥٥ – ١٩٦١ .

البحيرات	جملة الإنتاج عام ١٩٧٢ طن
المنزلة	٢٠٦٢٩
البرلس	٨٢٣٦
أدكو	٦٣٩
مريوط	٢٧٦٩
قارون	٢٨٣١
ملاحة بور فؤاد	٧١
بحيرة ناصر	٧٥٦٠
الجملة	٤٢٧٣٥

وأهم الأسماك المنتجة من بحيرة المنزلة (حسب بيانات عام ٧٢) تتمثل في البلطي ، الطوبار ، القرموط ، البوري ، البياض ، الحناش ، الجبري ، ومن بحيرة البرلس ، البلطي، والطوبار والبوري ويعد سمك البلطي أهم الأسماك المنتجة من بحيرات أدكو ومريوط وقارون وبحيرة ناصر بينما تشتهر ملاحة بور فؤاد بصيد أسماك البوري .

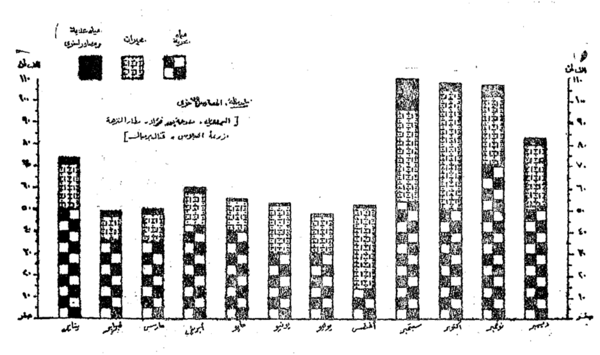
ويتذبذب الإنتاج السمكي بمياه البحيرات المصرية من فصل إلى آخر ، ويعظم إنتاجها خلال الفترة من أول سبتمبر إلى نهاية ديسمبر . وذلك يعزى إلى :

أ ــ وصول مياه الفيضان السنوية إلى البحيرات (خاصة قبل حجز المياه خلف السد العالي) ، فتؤدى إلى إرتفاع منسوب المياه بالبحيرات ، وجلب مواد غذائية وكميات كبيرة من الفيتوبلانكتون إليها .

ب ـ إعتدال درجة حرارة مياه البحيرات فى هذه الفترة بحيث تناسب إزدهار كائنات الفيتو بلانكتون .

جـ ـ تساعد بعض الأمطار التى تسقط شتاء خاصة على طول الشريط الساحلى الشمالى ، على تقليب مياه البحيرات وخلط المواد الغذائية فى مياهها .

أما فى فصل الشتاء البارد خاصة خلال أشهر يناير ، وفبراير ، ومارس ، فيقل الإنتاج السمكى بالبحيرات لإنخفاض منسوب مياه البحيرات، من جهة وإنخفاض درجة حرارتها من جهة أخرى . وعلى ذلك لا تزدهر كائنات الفيتو بلانكتون كثيراً خلال هذه الفترة (شكل ٨٨) : أما فى فصل الصيف فيقل الإنتاج السمكى كذلك خاصة فيما بين أول مايو حتى منتصف أغسطس تبعاً لحرارة المياه المرتفعة ، والتى تهلك كثيراً من كائنات الفيتو بلانكتون .



(شكل ٨٨) التقدير الشهرى للأسماك فى مصر ونسبة المصيد من المسطحات المائية المختلفة حسب بيانات سنة ١٩٦٣ .

وتبعاً لإرتفاع نسبة الملوحة فى المياه خلال هـذه الفترة من السنة ، (نتيجة لانعدام التساقط وقلة التصريف المائى من النيل إلى البحيرات ، وعظم ما يصب فيها من مياه التصريف الزراعى المحملة بالأملاح بعد غسيل الأرض الزراعية) تتأثر بذلك مجموعات الأسماك وخاصة تلك التى لا تتحمل هـذا التغير فى نسبة أملاح مياه البحيرات .

وعلى الرغم من تعدد العائلات السمكية بمياه البحيرات المصرية إلا أن أهم هذه العائلات من الناحية الاقتصادية تتمثل فى البلطى، والطوبار ، والبورى، والحناش ، والجبرى .

ويوضح الجدول الآتى النسب المئوية للأنواع الرئيسية من هذه الأسماك التى تنتج من مياه البحيرات المصرية خلال الفترة من عام ١٩٢٠ — ١٩٤٠ .

نوع الأسماك	بحيرة المنزلة	بحيرة البرلس	بحيرة أدكو	بحيرة مريوط
١ ـ البلطى	٢٥ ٪	٣٠ ٪	٦٢ ٪	٧٣ ٪
٢ ـ الطوبار	٤٤	٣٧	١١	٣
٣ ـ البورى	٧	٥	٤	٨
٤ ـ الحناش	٤	٣	٤	٤
الأنواع الأخرى	٢٠ ٪	٢٠ ٪	١٩ ٪	١٢ ٪

وحسب البيانات الإحصائية لعام ١٩٦٠ [١] وعام ١٩٧٠ تبين أن أهم اسماك بحيرة المنزلة تتمثل فى البلطى الذي يمثل نحو ٤٧ ٪ من جملة إنتاج البحيرة ويليه الطوبار وتبلغ نسبة إنتاجه نحو ١٥ ٪ . أما فى بحيرتى أدكو ومريوط فيمثل البلطى التركيب السمكى الرئيسى لهاتين البحيرتين إذ يمثل نحو ٧٥ ٪ من جملة إنتاج البحيرتين من الأسماك .

(١) راجع : نشرة الاقتصاد الزراعى — عدد يونيه غام ١٩٦١ .

وإذا نظرنا إلى جملة التركيب السمكى لإنتاج جمهورية مصر العربية من الأسماك عام ١٩٦٢ . نلاحظ أن السردين على قائمة هذه الأسماك حيث كان الإنتاج منه أكثر من ٢١ ألف طن ، وينتج أساساً من مياه البحار المصرية ثم يليه البطلى وكان الإنتاج منه نحو ١٤ ألف طن، وينتج أساساً من مياه البحيرات والمياه العذبة فى مصر ، ويلى ذلك الجبرى وبلغت جملة إنتاجه نحو ١١ ألف طن وينتج من مياه البحار والبحيرات المصرية (خاصة بحيرة المنزلة) . ويوضح شكل ٩٠ ، طبيعة التركيب السمكى لإنتاج جمهورية مصر العربيـة من الأسماك عام ١٩٦٢ ، وتنوع المسطحات المائية التى تصاد منها هذه العائلات السمكية المختلفة .

وتجدر الاشارة كذلك إلى بحيرة ناصر التى بدأ ميلادها حديثاً خلف السد العالى جنوب أسوان . ويبلغ مساحة المسطحات المائية فيها نحو ٥٠٠ كيلو متر مربع ، وسوف لا يزيد منسوب الميـاه المخزونة خلف السد عن ١٨٠ متراً . وقدر أن طول بحيرة ناصر فى الاقليم المصرى سوف يبلغ نحو ٣٥٠ كيلو متر ويتراوح عرضها من ١٥ — ٦٠ كيلو متر .

وتعتبر بحيرة ناصر ثانى البحيرات الصناعية الكبرى فى العالم ، وتبلـغ سعة البحيرة نحو ١٥٧٠٠٠ مليون متر مكعب من المياه ، وأعظم عمق لهـا يبلغ نحو ٩٠ متراً ولـكى يحسن إستغلال الثروة السمكية بمياه هذه البحيرة فيجب أن تقام مزارع سمكية تعوض النقص فى الأسماك وأن تزود البحيرة بالزريعة اللازمة وعند إنخفاض منسوب سطح مياه البحيرة وجفاف الحزام الساحلى من النباتات المائية المثبتة التى تتخذها الأسماك مواطن للتعشيش فيها ، يحسن أن تقام عوامات خشبية على جانبى البحيرة كبديل لهذا الحزام الساحلى حتى لا يتدهور الانتاج السمكى (١) .

---

١ — أنور عبد العليم ، (الثروة المائية فى جمهـورية مصر العربيـه) دار المعارف عام ١٩٦١ ص ٥٩

ولكى نعمل على تنمية الثروة السمكية وازدهارها بمياه البحيرات الساحلية الشمالية يجب أن نراعى ما يلى — :

١ — تحويل المسطحات البحيرية الى مزارع سمكية نظامية ، ومنع نظام الإلتزام .

٢ — إيقاف عملية استصلاح الأراضى على تلك البور منها فقط ، وعدم تجفيف البحيرات خلال هذه الفترة .

٣ — منع الصيد فى البواغيز والتى تمثل بوابة البحيرات وصلة الربط بينها وبين البحر المجاور ، ويجب المحافظة على بقائها مفتوحة لتسهيل حركة الهجرة السمكية من البحر الى البحيرات وبالعكس .

٤ — العناية بمصايد الجمبرى فى بحيرتى المنزلة والبرلس ، وتربية أسماك البورى فى المنخفضات المائية الساحلية .

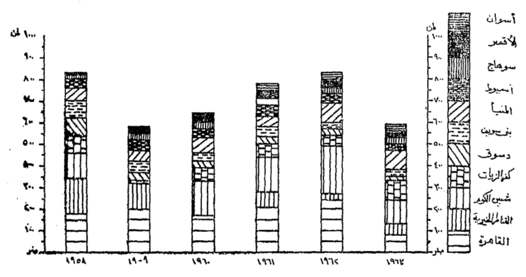
٥ — الإستغلال الاقتصادى لهذه البحيرات القائم على أساس الدراسات العلمية الدقيقة ومعاقبة من يستخدم المتفجرات فى عمليات الصيد .

(ثالثا) صيد الاسماك من مجرى نهر النيل

تمثل نسبة جملة الأسماك التى تصاد من مياه مجرى نهر النيل فى مصر حسب بيانات عام ١٩٦٢ أقل من ٦ ٪ من جملة الإنتاج السمكى لجمهورية مصر العربية فى هذا العام .

وتبعاً لاستغلال مجرى نهر النيل وفروعه فى الملاحة النهرية وتنظيم مياه النهر وضبطها لم يزدهر الإنتاج السمكى من مجرى نهر النيل كثيراً خلال العشر سنوات الماضية . وقد كان جملة الإنتاج السمكى من مجرى نهر النيل عام

١٩٥٨ نحو ٨٣٠٠ طن ، ثم انخفض إلى نحو ٦٫٤٠٠ طن عام ١٩٦٠، وأصبح الإنتاج نحو ٥٩٠٠ طن عام ١٩٦٣ . [1] ثم ارتفع الإنتاج ثانية إلى نحو ٧٧٥٠ طن عام ١٩٦٥ ولكن ارتفع الإنتاج السنوى للأسماك من نهر النيل عام ١٩٧٢، إلى نحو ٢٠٫٠٠٠ طن [2] ويلاحظ أنه فى الفترة من عام ١٩٥٨ إلى عام ١٩٦٣ كانت أهم مراكز صيد الأسماك العذبة من مجرى النيل فى مصر تتمثل فى مناطق القاهرة ، والقناطر الخيرية ، وشبين الكوم ، والمنيا . (شكل ٨٩) .



(شكل ٨٩) التقديرات السنوية لمحطات انتاج أسماك المياه العذبة فى جمهورية مصر العربية من عام ٥٨ ـ ١٩٦٣ .

---

(١) بيانات عن المصايد السمكية ـ قسم الاحصاء ـ جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥ .

(٢) الجهاز المركزى للتعبئة العامة والأحصاء ـــ احصاءات الانتاج السمكى فى جمهورية مصر العربية ـــ ٧١ ـ ١٩٧٢ ـــ مرجع رقم ١٢١٨ أ/٧٤ . سبتمبر ١٩٧٤ .

ولكن حسب بيانات عام ١٩٦٥ يتضح أن المراكز الرئيسية لصيد أسماك المياه العذبة من مجرى النيل انتقلت من مراكزها القديمة فى الشمال [1] ، وتركزت فى المنيا حيث أصبح إنتاجها نحو ١٢٧ ألف كيلو جرام ثم يليها كل من منطقة سوهاج ، والأقصر ، والقاهرة ، وبنى سويف.

وتتلخص أهم مشاكل تقدم الإنتاج السمكى بمجرى نهر النيل فيما يلى : —

١ — كثرة مناوبات الرى ، وضبط مياه النهر كان من شأنه القضاء على صغار الأسماك وعملية تكاثرها .

٢ — إلقاء مخلفات المصانع من مواد كيماوية وأخرى سامة فى مياه مجرى النهر، وينجم عن تلوث المياه عدم تكوين بيئة صالحة لنمو الأسماك .

٣ — إرتفاع نسبة الملوحة بالمياه خاصة بعد غسل الأرض وتصريف المياه عن طريق المصارف التى تصب بدورها فى النهر .

٤ — كثرة المواد الطينية والرملية العالقة بالمياه، تؤدى إلى عدم توغل الأشعة الشمسية إلى المياه السفلية ، ولا تساعد بالتالى على القيام بعملية التمثيل الكلوروفيلى بسهولة .

وكما هو الحال بالنسبة للانتاج السمكى من البحار والبحيرات المصرية تسجل أعظم كميات الإنتاج الشهرى لأسماك المياه العذبة المصادة من مجرى نهر النيل خلال أشهر سبتمبر ، وأكتوبر، ونوفمبر، وديسمبر أى منذ بداية فترة الفيضان السنوى للنيل حتى نهايته (شكل ٨٨) .

---

١ ــ الكشوف التقديرية الواردة من أقسام مصلحة (معهد العلوم البحرية والمصايد بالاسكندرية) معهد علوم البحار والمصايد ، فى الفترة من عام ١٩٥٨ — ١٩٦٢).

وتستخدم طرق بدائية فى صيد الأسماك بمجرى النيل ومنها طرق الكور وشباك الرمى أو الطراحات – وغزل الفراط – وغزل الدوار – والسنار وشباك اليد (١)

وتتمثل أهم العائلات السمكية الإقتصادية بمجرى نهر النيل فى أسماك البلطى بأنواعها المختلفة (البلطى المرلوى – والبلطى – الأبيض او السلطانى – والبلطى الأخضر ...) ثم يليها الحناش والبياض ، والبورى :

وعلى الرغم من قلة الإنتاج السمكى بجمهورية مصر العربية إذا ما قورن بغيره من إنتاج الدول الأخرى إلا أن الدولة سعت إلى تصدير بعض الأنواع السمكية خاصة بعد تعليبها . ويعتبر الجمبرى المصرى من أجود الأنواع العالمية ويتميز بطعمه الجيد وحجمه الكبير ، وبدأت صناعة تصدير الجمبرى المجمد إلى الخارج منذ أول عام ١٩٥٤ ، حيث صدر نحو ٤٣٠ طن ، وتضاعف الإنتاج فى السنوات التالية وتم تصدير ٥٥٠ طن عام ١٩٥٨ ، ونحو ٩٠٠ طن عام ١٩٥٩ وكان ثمنها نحو ١ر٢٥ مليون دولار أمريكى .

وتعمل عدة شركات فى تصنيع الجمبرى المجمد والمعلب وهى شركات المستودعات وكنزاكروس – وأدفينا – وفيشلكس – وجيلكس – وديفركس . وتحرص هذه الشركات كل الحرص على تصنيع الجمبرى الجيد الخالى من العيوب ، ثم يطرح كمية المصنع من الجمبرى المجمد فى الأسواق المحلية ، بينما يصدر معظم الجمبرى المعلب إلى الخارج .

وعلى سبيل المثال تم توريد نحو ٧١٧ر٠٠٠ كيلو جرام من الجمبرى إلى

---

١ – فيما يتعلق بدراسة طرق الصيد هذه راجع :
أنور عبد العليم « الثروة المائية فى الج.ع.م.» القاهرة عام ١٩٦١.

شركة المستودعات عام ١٩٦٢ ، وقد صنع من هـذه الكمية نحو ٢٨٩٫٠٠٠ كيلو جرام فقـط ، وصدر منها إلى الخارج نحـو ١٢٧٫٠٠٠ كيلو جرام واستغل الباقى فى الأسواق المحلية . (شكل ٩١) .

المياه العذبة	مياه البحيرات	المياه البحرية	أنواع الأسماك
			سردين
			جمبري
			مرجان
			برموني
			بلوبار
			بلطي
			بوري
			لوت
			حناشي
			بياض

كل يمثل ١٠٠٠ طن — كل يمثل ١٠٠٠٠ طن

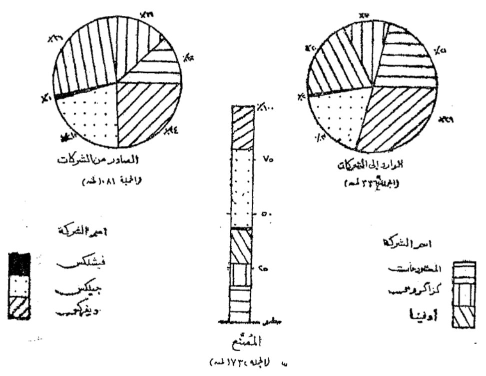
(شكل ٩٠) جملة انتاج بعض أنواع الأسماك الرئيسية من المصايد المختلفة فى جمهـورية مصر العربية عام ١٩٦٢ .

أما بالنسبة لشركة أدفينا فقد تم توريد نحو ٦٦٦٫٨٥١ كيلو جرام من الجمبرى لمصانع الشركة فى تنس هذا العام كذلك ، وصنعت الشركة من هذه الكمية نحو ٢٨٥٫٠٠٠ كيلو جرام ، وصدرت معظم هذا الانتـاج إلى الخارج (نحو ٢٨٣٫٠٠٠ كيلو جرام) . ويبـاع الجمبرى المجمد غير الصالح للتعليب فى الاسواق المحلية .

وقد تبين أن جملة ما ورد إلى كل شركات تصنيع الأسماك وتعليبهـا عام ١٩٦٣ كان نحو ٣٣٦٩ طن ، وصنع من هذه الكمية نحو ١٧٢٢ طن فقط ،

ولم يصدر من هذه الكمية المصنعة سوى ١٫٨١ طن ، بينما ينصرف باقى الإنتاج بالأسواق المحلية . (شكل ٩١) .

ويلاحظ أن شركتى ديفركس وكازاكروس صدرتا أعظم كمية من الجمبرى إلى الخارج عام ١٩٦٣ ويأتى بعدها فى القائمة كل من شركات جيلكس والمستودعات وأدفينا ، وفيشلكس .



(شكل ٩١) نسبه حصة شركات تصنيع الأسماك ، من الأسماك الواردة محلياً اليها ، والمصنعة والمصدرة بمعرفتها حسب بيانات عام ١٩٦٣ .

ويوضح الجدول الآتي كمية الوارد إلى الشركات من الجمبري والأسماك عام ١٩٦٣، وكمية المصنع منها ، ثم كمية المصدر من هذه الأسماك[١]

اسم الشركة	الوارد إليها		المصنع فيها		الكمية المصدرة بالكجم	الجهة المصدرة إليها
	جمبري	أسماك	جمبري	أسماك		
المستودعات	٧١٧٬٨٨٤		٢٨٩٬٨٠٦		١٢٦٬٩٧٤	فرنسا ، الولايات المتحدة ، سويسرا ، اليابان ، إيطاليا ، اليونان .
كزاكروس	٣٧١٬٢٥٧		١٧٨٬٢٧٧		١٧٧٬٥٧٢	فرنسا ، الولايات المتحدة ، سويسرا ، اليابان ، اليونان ، هولنده
أدفينا	٦٦٦٬٨٥١		٢٨٤٬٦٨٩		٢٨٣٬٥٣٥	قبرص ، اليابان ، إيطاليا .
فيشلكس	١٩٤٤٥		٨٬٦٦٢		٤٬٨٧٤	فرنسا ، واليونان
جيلكس	٦٢٤٬١٣٢		٦٢٤٬١٣٢		٢٢٧٬١٧٦	الولايات المتحدة الأمريكية — إيطاليا .
ديفركس	٩٦٩٬٦٩٢	١١٬٥٤١	٣٤٦٬٧٧٠	١١٬٥٤١	٢٦٠٬٩٦٤	الولايات المتحدة الأمريكية ، فرنسا ، لبنان ، إيطاليا ، هولنده .
الجملة بالكجم	٣٣٦٩٬٣٦١	١١٬٥٤١	١٧٣٢٬٢٦٦	١١٬٥٤١	١٬٠٨١٬٠٩٥	
الجملة بالطن	٣٬٣٦٩		١٬٧٣٢		١٬٠٨١	

١ — كشوف الاحصاء الشامل التقديري — (الكشوف الاحصائية بمعرفة الشركات) . معهد علوم البحار والمصايد ، عام ١٩٦٣ .

الباب الثامن

الفصل التاسع عشر :

دراسة اقيانوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى

الفصل العشرون:

أهمية علوم البحار والمحيطات فى الحياة العملية

الفصل التاسع عشر

دراسة أقيانوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى

يعتبر المحيط الهادى أعظم المحيطات مساحة وعمقـاً ، كما أنه أكبر ظاهرة طبيعية ممثلة فوق قشرة الأرض . وتبلغ مساحته نحو ٣٤ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية ، أى تفوق مساحته جملة مساحة القارات مجتمعة . وتعادل نسبة مساحة هذا المحيط بالنسبة لمساحة قارة أستراليا بنحو ٢٠ : ١ ويعد مضيق بهرنج Bering الباب الشمالى لهذا المحيط ، ويبلغ متوسط إتساعه نحو ٥٦ ميلا ويبلغ أعظم عمق له نحو ٣٠٠ قدم . وهنا تقع الحدود الفاصلة بين قارتى آسيا وأمريكا الشمالية عند جزيرة ديوميد Diomede ، التى تكاد تنصف هذا المضيق إلى قسمين متساويين . ويحدد جانبى المحيط سواحل الأمريكتين شرقاً ، وسواحل شرقى آسيا وجزر الهند الشرقية وأستراليا غرباً . ولكن اختلف الكتاب فى تحديد الأطراف الجنوبية لهذا المحيط . فبعض الكتاب يعتبر دائرة عرض ٤٠° جنوباً هى الحد الجنوبي للمحيط الهادى بينما أعتبر بعضهم الآخر المحيط الجنوبى Southern Ocean حتى السواحل الشمالية لإنتارتيكا جزء من المحيط الهادى . (دائرة عرض ٦٦٫٥° جنوباً) . وتبعاً لذلك تبلغ المساحة الإجمالية للمسطحات المائية بالمحيط الهادى نحو . . . ٦٨٫٦٣٤ ميل مربع . (ولكن مساحته حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً تبلغ نحو ٥٥ مليون ميل مربع) ويمتد المحيط من مضيق بهرنج شمالا إلى ساحل روس Ross (شمال أنتارتيكا)

جنوباً ، لمسافة تبلغ نحو ١٠٫٥٠٠ ميل (بينما يمتد لمسافة ٧٣٥٠ ميل فقط حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً) . وتبلغ طول المسافة من سنغافورة غرباً إلى قناة بنما شرقاً نحو ١٢٫٥٠٠ ميـــل . ومن ثم كانت أهم الخصائص المميزة للمحيط الهادى ومازالت كذلك ، هى أبعـاده العظمى التى أثرت فى طبيعـة التوزيع الجغرافى للكائنات النباتية والحيوانية بل وتعمير جزر المحيط بالجنس البشرى ، وجعلت لكل مجموعة من الجزر خصائصها الجغرافيـة المميزة وعلى الرغم من أن الجانبين الشرقى والغربى للمحيط تبدو قوسية الشكل إلا أن مظهر المحيط العام يتخذ شكل المثلث الهائل المساحة ، وتتمثل رأسه فى منطقة مضيق بهرنج شمالا ، وتتمثل قاعـدته فى الأطراف الجنوبية من ميـاه المحيط الجنوبى جنوباً .

وتتميز السواحل الشرقية للمحيط (السواحل الغربية للأمريكتين) بأنها سواحل بحرية ذات سهول ضيقة تنحصر بين السلاسل الجبلية العالية (الروكي الأنديز) . وتبدو هذه السهول مستقيمة الإمتداد ، وذلك فيما عدا السواحل الجنوبية لشيـلى ، والساحل العربى لأمريكا الشماليـة فيما بين بيوجت سوند Puget Sound وألسكا Alaska ، حيث تكثر الفيوردات والخلجان والمضايق والجزر الساحلية بهذه السواحل الأخيرة . ويعتبر خليج كاليفورنيا أكبر البحار الساحليـة أو الهامشية Fringing Sea على طول السواحـل الشرقية للمحيط .

وتجاور السواحل الغربية للمحيط سهول أعظم إتساعاً وأقل ارتفاعاً من السهول الساحلية الشرقية للمحيط ، حيث تتباعد السلاسل الجبلية بشرقى آسيا عن خط الساحل . وتختلف السواحل الغربية للمحيط الهادى عن الشرقية فى

أن الأولى تضم مجموعة الأقواس المحيطية الجزرية والتى تمتد من قوس كمتشتكا في الشمال إلى قوس نيوزيلندا في الجنوب ، وتحصر بينها بحاراً ساحلية أو هامشية ضحلة، ومنها بحار أوكخستك ، واليابان ، والبحر الأصفر Yellow وبحر الصين الشرقى ، وبحر الصين الجنوبى ، وكورال Coral .

وحاول الإنسان منذ القدم التعرف على أجزاء المحيط المختلفة واكتشاف جزره الصغيرة المتناثرة ، وقد دلت الدراسات التاريخية على أن الفايكنج قد إكتشفوا بعض أجزاء من هذا المحيط فى القرن التاسع الميلادى . ثم فى بداية القرن الخامس عشر ، بدأت الرحلات الأوربية ممثلة فى رحلات بالبوا Balboa عام ١٥١٣ ، وماجلان Magellan عام ١٠٢٠ ، وتورس Torres وكيروس Quiros عام ١٦٠٥ ، وتسمان Tasman عام ١٦٤٢ ، ورحلات جيمس كوك من عام ١٧٦٩ - ١٧٨٠ . وفى أواخر القرن الثامن عشر كان من أهم الرحلات الإستكشافية الأوربية تلك التى قام بها فانكوفر Vancouver ، وبهرنج Bering وبوجينفيل Bougainville . وتميزت الرحلات الاستكشافية البحرية بالمحيط الهادى خلال القرن التاسع عشر بقيادة الملاحين الأمريكيين وخاصة الملاح ويلكس Wilkes . (١)

وتعد أشهر الرحلات الاستكشافية البحرية بل والشعلة العظمى التى أضاءت طريق الكشوف الجغرافية بالمحيط الهادى هى تلك الرحلة التى قام بها ماجلان عام ١٥١٩ . وأبحر ماجلان من سواحل أسبانيا ، ووصل إلى الساحل الشرقى للبرازيل ، ثم إتجه جنوباً ، وعبر المضيق البحرى الذى عرف باسمه وواصل

1 – Baker, J. N. L., (History of geographical discovery..) London (1948).

سيره بعدها غرباً إلى المحيط الهادى . ونجحت بعثة ماجلان البحرية من الوصول إلى جزر الهند الشرقية وأثبت بذلك كروية الأرض بل وكان أول من عبر جانبي هذا المحيط العظيم .

ثم تلى ذلك رحلة تسمان الهولندى Abel Tasman عام ١٦٤٢ ، الذى أبحر أولا فى المياه الجنوبية للمحيط الهندى آملا أن يتحقق من أبعاد قارة أستراليا المجهولة . وقد أبحر تسمان بجوار السواحل الجنوبية لأستراليا واكتشف جزيرة تسمانيا ، ثم إتجه بعدها إلى جزر نيوزيلند وواصل سيره شمالا الى جزيرة نيوغينيا وجزر الهند الشرقية ، وفتح بذلك مناطق جديدة لتستغلها شركة الهند الشرقية الهولندية . (شكل ٩٢) .



(شكل ٩٢) مراحل الكشوف الجغرافية الرئيسية لجزر المحيط الهادى .

ثم قام القبطان البريطانى جيمس كوك بثلاث رحلات بحرية فى المحيط الهادى . واستمرت الرحلة الأولى من عام ١٧٦٨ - ١٧٧١ ، وحقق فيها أن

نيوزيلند تتألف من جزيرتين منفصلتين، كما اكتشف الساحل الشرقى لأستراليا وأكد كوك بعد رحلته الثانية فيما بين عام ١٧٧٢ – ١٧٧٥ ، (بعد أن عبر دائرة عرض ٦٦° جنوباً) بأنه لا وجود للأرض الجنوبية العظمى التى كان يظن بأنها تمتد جنوب المحيط الهادى ، واكتشف كوك معظم مجموعات جزر المحيط الهـادى مثل توبائى ، وتوماتو ، ونيتسرن ، وجزر كوك الشماليـة والجنوبية وأليس ، ونيوهبريدز (شكل ٩٢) .

وقد كان الغرض من رحلة كوك البحرية الثالثة فيما بين عام ١٧٧٦ — ١٧٨٠ ، إكتشاف مضيق شمالى يربط بين أعالى المحيـط الهـادى ، وأعالى المحيط الأطلسى وأبحر كوك من نيوزيلند وإتجه شمالا إلى جزر ساندويتش ، ثم إكتشف جزر هاواى إلا أنه لم ينجح فى إكتشاف مضيق بهرنج ، وعاد ثانية إلى الجنوب بمحازاة الساحل الشرقى لآسيا .

ونتيجة للرحلات العلمية المتوالية أصبح لدينـا فى الوقت الحاضر خرائط تفصيلية عن أبعاد المحيط الهادى وجزره المتناثرة . وساهمت الرحلات العلمية الأقيانوغرافية كذلك على تحديد الخصائص الطبيعية العامة لظواهره الكبرى ومن بين أشهر هذه الرحلات ، رحلة شالنجر البحرية العظمى عام (١٨٧٢ – ١٨٧٦) .

وتبعاً لموقع معهد سكريبس الأقيانوغرافى بكاليفورنيا على الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية ، فقد قام علماء هـذا المعهد بعديد من الرحـلات العلمية لدراسة الخصائص الطبيعية والبيولوجية فى مياه هـذا المحيط ويوضح شكل ٩٣ خطوط الرحلات البحرية العلمية التى قام بها علماء هـذا المعهـد الأقيانوغرافى فى المحيط الهادى حتى نهاية عام ١٩٦١ .



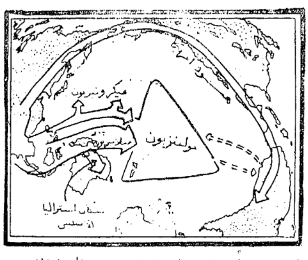
(شكل ٩٣) خطوط الرحلات البحرية العلمية التى قام بها معهد سكريبس الأقيانوغرافى فى المحيط الهادى حتى نهاية عام ١٩٦١ .

مراحل تعمير جزر المحيط الهادى بالسكان

على الرغم من أن عدد سكان جزر المحيط الهادى محدود ، إلا أن هؤلاء السكان ينتمون لجماعات جنسية مختلفة ، وتميزت كل مجموعة من جزره بأجناس بشرية خاصة . ويتصف التركيب الجنسى لسكان هذه الجزر بالتعقد أكثر منه بالبساطة ، حيث هاجر إلى هذه الجزر سكان آسيا منذ بداية تعمير هذه القارة الأخيرة بالسكان (١) . وسلكت الجماعات البشرية طرقاً مختلفة

(١) يقصد بسكان جزر المحيط الهادى فى هذا المجال هم الذين يعيشون فوق جزره المتناثرة ، فيما عدا تلك الأقواس الجزرية المجاورة للساحل الشرقى الأسيوى مثل جزر اليابان ، وريوكيو ، والفلبين ، وأندونيسيا (لا تدخل فيها جزيرة نيوغينيا ويدخل سكان قارة أستراليا وجزيرتا نيوزيلند ضمن هذا الحديث .

عند عبورها هذا المحيط . وإستقر بعض المهاجرين القدماء فى الجزر الواقعة بجوار الساحل الجنوبى الشرقى لآسيا بينما قطن بعضهم الآخر الجزر الواقعة فى قلب هذا المحيط الكبير وهاجر قليل منهم إلى السواحل الغربية للأمريكتين (شكل ٩٤) .



(شكل ٩٤) مسالك الهجرات البشرية فى المحيط الهادى .

وقد أوضح كمبرلاند Cumberland عام ١٩٥٨ (١) بأن بداية تعمير جزر المحيط الهادى بالسكان ، كانت منذ نحو ٢٥٠٠٠ سنة مضت فقط . وخلال هذه الفترة التى كانت تمثل نهاية عصر البلايوستوسين ظهرت أجزاء واسعة من المسطحات المائية للمحيط الهادى على شكل غطاءات جليدية ، كما كان مستوى سطح البحر منخفضاً بنحو ٣٠٠ قدم عما هو عليه اليوم . ومن ثم كان من اليسير على الإنسان القديم أن يعبر الطريق « البحرى ــ البرى » الذى يصل بين الملايو ، وجاوة وبورنيو ومنها إلى الفلبين شمالا ، أو إلى

---

1 - Cumberland, K., (South West Pacific), London, 1958,

أستراليا جنوباً . ويعتبر الأنثربولوجيون هذه الفترة أهم فترات الهجرات البشرية والتى ساعدت على إنتشار الأجناس البشرية فوق سطح هذا الكوكب الذى نعيش عليه .

وفى نهاية عصر البلايوستوسين وبداية العصر الحديث هاجر أصحاب حضارة العصر الحجرى القديم من آسيا إلى الجزر الغربية فى المحيط الهادى . وقد شمل هؤلاء القوم أجناساً تميزوا عامة بلون بشرتهم القاتم ، وكانوا يتألفون من أقزام صغار القامة وآخرون طوال القامة ، ومن الأستراليين الأصليين . وعلى الرغم من حدوث التزاوج والإختلاط بين هذه الأجناس المختلفة إلا أنه ما زال حتى اليوم إمكان تمييز الخصائص الجنسية الأساسية لكل من هذه العائلات البشرية خاصة بين سكان نيوغينيا وسكان أستراليا الأصليين .

ومنذ نحو ٨ آلاف سنة مضت ، هاجر إلى جزر المحيط الهادى أجناس مختلفة من آسيا عن طريق شبه جزيرة الملايو (التى كانت تمثل القنطرة الطبيعية التى تصل بين جنوب شرقى آسيا وجزر أندونيسيا) . ووفد خلال هذه الفترة بعض القوقازيين Caucasoid من أوربا على شكل جماعات بشرية محدودة العدد، واستقروا فى بعض جزر أندونسيا وفى الجزر الصغيرة المتناثرة الواقعة إلى الشرق منها ، ولم ينجحوا فى الوصول إلى قارة أستراليا . وقد تميزت هذه الجماعات القوقازية باتقانها فن الملاحة البحرية والصيد والزراعة البدائيـة . ويعتبر القوقازيون هم أصحاب حضـارة العصر الحجرى الحديث فى جزر أندونسيا .

وقبل ميلاد المسيح بنحو ألف عام هاجر إلى المحيط الهادى مجموعات بشرية متنوعة تحمل معها الصفات الجنسية المغولية . وإختلط بعض هذه الجماعات بسكان جزر المحيط الهادى الأولين ، ونتج عن ذلك ظهور صفات جسمية جديدة نراها تشكل اليوم سكان شبه جزيرة الملايو وجزر أندونسيا والفلبين وقد مارست هذه الجماعات النشاطين الزراعى والصناعى البدائيين ، إلا أنها كانت أكثر تقدماً من السكان الأوائل لجزر المحيط الهادى . وعلى ذلك إنزوى بعض السكان الأصليين فى مناطق العزلة (مناطق الغابات أو المناطق الجبلية الفقيرة من الجزر) . بينما هاجر بعضهم شرقاً نحو جزر جديدة منعزلة تقع فى قلب المحيط الكبير . وظهرت بذلك العائلات الجنسية الكبرى التى تشكل سكان هذا المحيط . وتشمل : —

ا — **الميلانيزيون** Melanesians

أهم ما يمثل هذه الجماعات هو لون بشرتهم الأسود الداكن ، وشعرهم المموج ، ولكن لا تتمثل بينهم الصفات الزنجية الحقيقية أو صفات الأستراليين الأصليين . وتنتشر جماعتهم فى جزر نيوغينيا ، وسولمون ، وفيجى ، ونيوهبريدز ، ونيو كاليدونيا (شكل ٩٥) .

ب — **البولينيزيون** Polynesians

يرجح أنهم وصلوا إلى جزر المحيط الهادى بعد مجىء الميلانيزيين ، وإستقروا أولا فى جزر الفلبين ، ومنها إنتشروا فوق الجزر الواقعة بقلب المحيط . وعرف البولينيزيون بممارستهم فنون الملاحة البحرية البدائية وبراعتهم فى عمليات الصيد البحرى . وقد إحتلت هذه الجماعات مجموعات من الجزر المتناثرة بالمحيط ، تبدو على شكل مثلث عظيم المساحة تقع رأسه فى الشمال

عند مجموعة جزر هاواى ، وقاعدته فى الجنوب حيث تمثل جزر إيستر طرفها الشرقى ، وجزيرتا نيوزيلند طرفها الغربى . واحتلت مجموعات البولينيزيين جزر سموا ، وسوسيتى ، وتوماتو ، ومار كويساس ، وتوبائى ، و كرمادوك



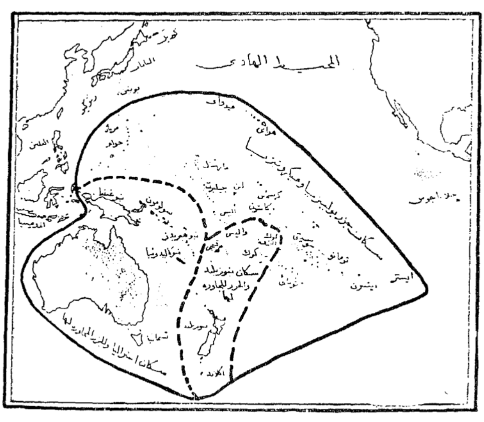
(شكل ٩٥) الحدود الفاصلة بين المجموعات الرئيسية لسكان جزر المحيط الهادى .

ومن دراسة صفاتهم الجنسية تبين أنهم يحملون كثيراً من الصفات القوقازية وقليلا من الصفات الزنجية أو الأسترالية الأصلية . بل أنهم يشبهون أول من وفد من المستعمرين الأوربيين إلى جزر المحيط الهادى فى القرن الخامس عشر . وقد كان البولينزيون هم أصحاب النفوذ على معظم جزر هذا المحيط قبل مجىء الأوربيين . ويضع الباحثون العائلات البولينيزية ضمن السلالة القوقازية ، بينما اعتبرهم البعض الآخر من الكتاب ، عناصر متطرفة من السلالة المغولية ، أو عائلات معقدة التركيب الجنسى من المجموعة البيضاء .

ج - الميكرونيزيون Micronesian

أطلق الكتاب عليهم هذه التسمية لأنهم يحتلون جزراً مرجانية صغيرة المساحة محدودة الموارد ، وتنتشر فى مساحات ضيقة بغرب المحيط الهادى ، كما أنهم آخر مجموعة جنسية من المجموعات الثلاث الرئيسية التى وفدت إلى جزر المحيط

الهادى . وتظهر بينهم الصفات المغولية بوضوح ويتميزون بأنهم قصار القامة عامة ، ويميـل لون بشرتهم إلى الصفرة ، وهو أخف لونا من لون بشرة البولينيزيين . وينتشر الميكرونيزيون فى مجمـوعات جزر مريانا ، وجوام ، ومارشال ، وكارجولين ، وجيلبرت ، أى إلى الشمال مباشرة من نطاق الميلانيزيين . (شكل ٩٦) :



(شكل ٩٦) عالم المحيط الهادى

وصول الاوربيين الى جزر المحيط الهادى

ويتضح مما سبق التوزيع الجغرافى العام للعائلات البشرية بجزر المحيط الهادى فيما قبل رحلة بالبوا Balboa عام ١٥١٣ ، (أول أوربى يصل إلى جزر المحيـط الهادى) ، ولكن بعد هذه الرحلة الأخيرة وتلك التى قام بها ماجـلان ١٥٢٠

فى المحيط الهادى ، وفد إلى جزر هذا المحيط سلالات أوربية مختلفة . وقد كان بعض هذه السلالات الأخيرة ، سلالات عابرة لهذه الجزر، بينما كان بعضها الآخر عبارة عن سكان مؤقتين ، وآخرون كانوا سكاناً مستقرين دائمين بالجزر . وقد عملت هذه الجماعات البشرية الجديدة على تغيير أوجه النشاط الإقتصادى بجزر المحيط الهادى وخاصة الجزر الكبيرة المساحة والغنية بمواردها الطبيعية . ومن ثم إضمحلت حضارات السكان الأصليين بالتدريج ، كما تناقص عددهم بشدة فى أواخر القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر .

ومنذ القرن الثامن عشر الميلادى تشكل التركيب الجنسى لسكان هذه الجزر كذلك بمجىء الصينيين ، واليابانيين، والفلبينيين إلى جزر هاواى ، ومجىء الأندونيسيين إلى جزيرة نيوكاليدونيا ، واختلاط الصينيين بسكان الملايو وجزر أندونيسيا [1] . ويمكن أن نلخص مراحل مجىء العناصر الأوربية إلى جزر المحيط الهادى فى النقاط التالية : —

١ — خلال القرن السادس عشر ، إزدادت أفواج المهاجرين من الإسبان إلى المحيط الهادى ، وكثرت رحلاتهم الاستكشافية البحرية ، آملين العثور على مناجم غنية للذهب . ويرجع الفضل إليهم فى إكتشاف مضيق ماجلان وجزر كارولين ، ومولوكاس ، وبابوا، وهـوانى ، وأليس ، وسولمون ، ونجحوا فى إنشاء أول مستعمرة أوربية بالمحيط الهادى ، وكان مركزها جزر الفلبين .

٢ — تبع الإسبان الهولنديون وكانت أول رحلاتهم ، تلك التى قام بها

1 - Freeman, W., (Geography of the Prcific) Wiley, N, Y., (1961)

الملاح نورت Noort عام ١٩٥٠ . ثم تتابعت الرحلات الاستكشافية البحرية الهولندية (مثل رحلات تسمان) ، وحملت معها أفواج المهاجرين من أوربا إلى جزر المحيط الهادى فى القرن السابع عشر. وقد عملت هذه الأفواج الأوربية على فتح أسواق جديدة للمنتجات الأوربية وإستغلال المواد الخام بجزر المحيط ، وبذا ساهمت فى إنشاء شركة الهند الشرقية الهولندية التجارية .

٣ — بعد رحلات الملاح الهولندى تسمان توقفت حركة الاستكشافات البحرية بالمحيط الهادى لمدى نحو ١٢٧ سنة ، عندما قام القبطان الانجليزى جيمس كوك برحلاته البحرية المشهورة . وفى نهاية القرن السابع عشر إهتمت الدول الاستعمارية الكبرى بمعرفة المزيد عن جغرافية جزر المحيط الهادى والإمكانيات الطبيعية بها، ومدى غناها بالمواد الأولية. وأرسلت الرحلات الاستكشافية الإنجليزية ، والهولندية ، والفرنسية، والإلمانية ، والدانمركية ، والروسية ، والأمريكية لمعرفة المزيد عن جيولوجية جزر هذا المحيط وجغرافيته العامة ,

٤ — تميز القرن السابع عشر والقرن الثامن عشر ، باتساع نفوذ الإستعماريين الأوربى والأمريكى فى جزر المحيط الهادى واستغلت الدول الاستعمارية المواد الأولية فى هذه الجزر ، وأضمحل الإقتصاد والإنتاج الأهلى واعتمد سكان هذه الجزر على الواردات الأجنبية المصنوعة فى أوربا والولايات المتحدة الأمريكية .

٥ — فى منتصف القرن الثامن عشر قدمت البعثات التبشيرية الدينية، وكانت هذه بدورها عبارة عن إعلان صراع ونزاع من نوع جديد لتضارب تعاليم الدين الجديد بالمعتقدات الدينية للسكان الأصليين، والإنحطاط بطقوسهم الدينية وظروفهم الاجتماعية .

قدر العلماء بأنه خلال فترة عبور ماجلان المحيط الهادى كان يقطن مناطق مالينيزيا وميكرونيزيا وأستراليا نحو ٤ مليون نسمة . ومنذ بداية القرن الخامس عشر أخذ يضمحل هذا العدد عندما بدأت الرحلات الإستكشافية الأوربية ووصول صيادى الحيتان ، وتجار أوربا الأقوياء الذين قتلوا الكثير من الأهالى الضعفاء ، ويوضح الجدول الآتي العدد التقريبي لسكان جزر المحيط الهادى قبل القرن الثامن عشر وبعده .

سكان جزر المحيط الهادى	العدد التقريبي قبل القرن ١٨ (نسمة)	العدد التقريبي بعد القرن ١٨ (نسمة)
البولينيزيون	١٬٠٠٠٬٠٠٠	٢٠٠٬٠٠٠
الميلانيزيون	٣٬٠٠٠٬٠٠٠	١٬٠٠٠٬٠٠٠
الميكرونيزيون	٢٧٠٬٥٠٠	١٠٠٬٠٠٠
الأستراليون الأصليون	٣٠٠٬٠٠٠	٥٠٬٠٠٠
سكان نيوزيلند الأصليين (موراى Maori)	٤٠٠٬٠٠٠	٢٥٬٠٠٠
المجموع	٤٬٩٧٠٬٠٠٠	١٬٣٧٥٬٠٠٠

ويرجع السبب فى تناقص عدد سكان المحيط الهادى فيما بعد القرن الثامن عشر إلى ما يلى : —

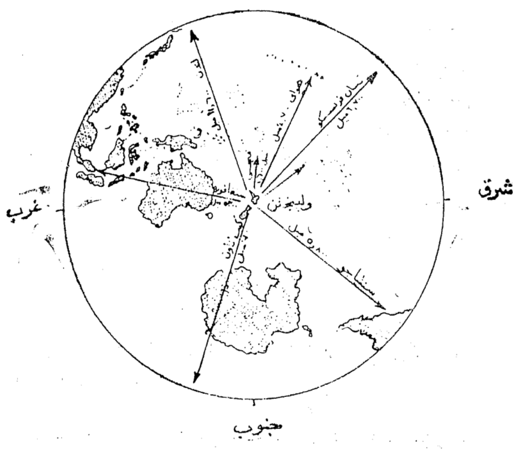
١ — الحروب التى شنها المستعمر الأوربى الأبيض ضد السكان الأصليين .

٢ — طرد السكان الضعفاء إلى مناطق العزلة الفقيرة المجدبة .

٣ — قلة الغذاء ومحصول الصيد بعد أن إنشغل السكان فى عمليات الحروب والإستعداد الدائم لها .

٤ ــ إنتشار الأمراض المعدية الفجائية بين السكان الأصليين .

ولكن بعد الحرب العالمية الثانية بدأ يرتفع عدد السكان الأصليين لجزر المحيط الهادى (فيما عدا سكان أستراليا الأصليين) . إذ بلغ العدد الإجمالى لسكان جزر المحيط الهادى عام ١٩٥٦ نحو ٣ مليون نسمة . بينما بلغ عدد السكان الأسيويين والأوربيين نحو ١٣ مليون نسمة ، ويعيش معظمهم فى أستراليا ونيوزيلند وهاواى وفيجى ونيو كاليدونيا أو بمعنى آخر تعيش الجماعات الأوربية أساساً فى القسم الجنوبى الغربى من هذا المحيط ، بالجزر الكبيرة المساحة ، الغنية بمواردها ، ولكنها تبدو فى شبه عزلة عن بقية أجزاء العالم (شكل ٩٧) . فتبتعد جزيرتا نيوزيلند عن سنتياجو فى شيلى ، بنحو ٥٨٠٠ ميل .



(شكل ٩٧) العزلة النسبيه لأستراليا وجزر نيوزيلند

وعن سان فرنسيسكو بالولايات المتحدة الأمريكية بنحو ٦٧٠٠ ميل ، وعن هاواى بنحو ٤٧٠٠ ميل ، بينما تبعد نيوزيلند عن لندن بمسافة طولها ١١٫٦٠٠ ميل وعن سنغافورة بنحو ٥٣٠٠ ميل وعن كيب تاون بنحو ٧٠٠ ميل وأقصر طريق يصل نيوزيلند بالخارج هو طريق نيوزيلند - فيجى البحرى ، الذى يبلغ طوله ١٦٠٠ ميل . ولكن مع ذلك ساهمت طرق النقل الجوية والبحرية الحديثة السريعة فى ربط هذا الجزء ببقية أجزاء العالم .

الاقيانوغرافية الطبيعية للمحيط الهادى

تساهم نتائج الأبحاث الأقيانوغرافية الطبيعية للمحيط الهادى فى كيفية إستغلال مسطحاته المائية المختلفة ، والاستفادة من الرواسب المتجمعة فوق قاعه . ومن ثم أولى الباحثون عنايتهم لدراسة جيولوجية هذا المحيط ، وتمييز الأشكال التضاريسية لقاعه ، وتحديد الخصائص الطبيعية لمياهه ، حتى يمكن إستغلال موارده المختلفة بصورة إقتصادية وقد سبق أن أشرنا إلى الخصائص الطبيعية لمياه هذا المحيط والكتل المائية والتيارات البحرية التى تتمثل فيه ولذا سنشير فى الصفحات التالية إلى دراسة جيولوجية هذا المحيط والظروف المناخية التى تكتنفه ، والحياة النباتية والحيوانية التى تتمثل فوق جزره ، حتى ندرك النشاط البشرى فى هذا الحوض المائى العظيم ، والإمكانيات الإقتصادية التى يشتمل عليها .

جيولوجية المحيط الهادى

قبل الإشارة إلى الخصائص الجيولوجية لهذا المحيط يحسن أن نذكر النقاط الأساسية التالية : -

١ - تتأثر معظم أجزاء المحيط الهادى بحدوث حركات تكوينية عظمى ،

نجم عنها تكوين السلاسل المحيطية العظمى، والجبال المحيطية والجزر البركانية، بل وقد ينتمى إليها كذلك تكوين الخوانق المحيطية. ويلاحظ أن أحدث هذه الحركات التكتونية تلك التى شكلت الأطراف الهامشية للمحيط، تبعاً لتكوين سلاسل الجبال الألبية الميوسينية ممثلة فى الروكى، والأنديز ومرتفعات شرق آسيا . وقد عملت هذه الحركات التكتونية الحديثة على تطور أشكال المحيط، وإستمرار تعديل مظهره العام .

٢ ــ على الرغم من عظم إتساع المحيط الهادى، فانه يظهر على شكل حوض شبه مقفل، وتنفصل القارات التى تمتد حول أطرافه الهامشية بمعابر بحرية ضحلة، ففى الشمال تنفصل قارة أمريكا الشمالية عن قارة آسيا بواسطة مضيق بهرنج الضيق الضحل وفى الجنوب تنفصل قارة أمريكا الجنوبية وجـزيرة تيرادلفويجو Tera-delFuego عن الجزء الشمالى الشرقى لقارة أنتارتيكا بواسطة مياه الحوض الهادى الأنتارتيكى الضحل

٣ لما كان المحيط الهادى يتميز بعظم حدوث الحركات التكتونية والبراكين فان حجم مياهه فى زديادة تدريجية مستمرة تبعاً لانبثاق المياه الأولية مع اللافا والمصهورات البركانية وتجمعها فى مياه المحيط . ولكن يلاحظ أنه ليس من الضرورى أن يرتفع منسوب سطح مياهه ذلك لأن قاعه يتعرض فى نفس الوقت للحركات التكتونية المختلفة والتى تؤثر هى الأخرى فى تشكيل منسوب سطح البحر .

٤ ــ إستدل من نتائج الأبحاث الجيولوجية المختلفة أن الشكل العام للمحيط الهادى تكون فى نهاية الزمن الجيولوجى الثانى، ثم أخذ يتشكل المحيط بسمات ثانوية ابتداء من هذا الزمن الجيولوجى الأخير .

وتجدر الإشارة إلى أن هنـــاك عديداً من النظريات التى وضعت لتفسير النشأة الأولى التى تكون عليها المحيط الهادى خلال مرحلة طفولته . ومن هذه النظريات التى رجحت بأن المحيط الهادى إنسلخ منه القمر ولكن كل هـذه التفسيرات التى رجحت حتى الآن قابلة للجدل والنقاش وما زال ينقصها الأدلة العلمية والبراهين اليقينية .

ويوضح الحديث التالى بعض الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية التى تميز هذا المحيط ، وجعلت منه وحدة جغرافية فريدة من حيث نشأتهـا وتطورها ومظهرها العام .

١ ـ حد الاندسيت The Andesite Line

ويعتبر حد الأندسيت أهم الحدود الجيولوجية الفاصلة بين الصخور المختلفة لقشرة الأرض ، ويعرف أحيانا باسم حد السيال Sial line . ويفصل هـذا الحد بين صخور السيال القارية وصخور قاع المحيط البازلتية . وعلى طول هذا الفاصل ترتفع نسبة صخور الأندسيت البركانية بالنسبة الى بقية التكوينات الصخرية الأخرى ومن ثم إستمد هذا الحد أو الفاصل اسمه .

ويتمثل هذا الحد على طول الأطراف الهامشية للقارات ، ويمكن تتبعه على طول السواحل الغربية للمحيط الهادى حول قوس جزر ألوشيان Aleutian ثم يظهر إلى الشرق من مجموعة جزر كمشتكا Kamchatka ، وكوريل Kurile، والجزر اليابانية . أما البحار الحدية الضحلة التى تنحصر فيها بين حد الأندسيت وخط الساحل (وتشمل فى هذا الموقع بحار بهرنج وأوختسك واليابان) فتنتمى إلى النطاق القارى من ناحية البيئة والتركيب الصخرى . (١)

1 - King, L, C , (Morphology of the Earth), Edinburgh, (1962):

ويظهر حد الأندسيت إلى الجنوب من الجزر اليابانية بأقواس جزر بونين Bonin ، ومريانا Marianas ، وبالوا Palaus . ويمكن القول كذلك أن بحار هذه المنطقة والتى تتمثل فى (البحر الأصفر) The Yellow Sea ، وبحر الصين الجنوبى ، مناطق قارية النشأة ثم تعرضت لعمليات الهبوط التدريجى Subsidence ، إلى أن صارت اليوم جزءاً من المحيط . ثم يظهر حد الأندسيت إلى الشرق من القارة الأسترالية ، ويمكن تتبعه جنوباً كذلك إلى الشرق من جزر نيوزيلند . أما على طول الساحل الشرقى للمحيط الهادى فيظهر حد الأندسيت فى نطاق المنحدر القارى المجاور للساحل الغربى لأمريكا الجنوبية . ويجاور هذا الحد هنا ، خانق بيرو - شيلى المحيطى ، بل كثيراً ما تقع بعض أجزاء منه فى أرضية الخانق نفسه . وإلى الشمال من الأطراف الشمالية لهذا الخانق الأخير ، يظهر حد الأندسيت مجاوراً لخط الساحل وموازيا لإمتداده كذلك ، وخاصة على طول سواحل بتا والسواحل الغربية لأمريكا الشمالية . ثم ينحرف هذا الحد غرباً فى إتجاه خليج ألسكا ويظهر مع إمتداد خانق ألوشيان .

٢ - جزر المحيط الهادى

يمكن تقسيم مجموعات جزر المحيط الهادى تبعاً لتركيب صخورها واختلاف أصلها ونشأتها ، إلى ثلاث مجموعات كبرى تتمثل فيما يلى : -

ا - الجزر البركانية .

ب - الجزر المرجانية

ج - الجزر القارية .

(أ) الجزر البركانية

يرتفع فوق قاع المحيط الهادى نحو ٢٠٠٠ جزيرة بركانية ، ويبلغ مجموع مساحتها نحو ٧٠٠٠٠ ميل٢ . ومن ثم يعتبر المحيط الهادى فريداً في نوعه حيث لا تضم أى أرضية محيط آخر هذا العدد الهائل من الجزر البركانية . ويطلق على الجزر البركانية فى المحيط الهادى اسم الجزر المرتفعة High Islands بينما تعرف الجزر المرجانية النشأة باسم الجزر المنخفضة Low Islands .

وتعزى نشأة الجزر البركانية فوق أرضية المحيط الهادى إلى أثر حدوث الثورانات البركانية التى أنتابت قاع المحيط خلال أزمنـة جيولوجية مختلفة ، وتجمع المصهورات واللافا على شكل أكوام ومخروطات أو جزر بركانية . أى لا تتكون هذه الجزر من صخور يرجع أصلها أو مصدرها إلى الصخور القارية أو أنها إنفصلت من اليابس المجاور لها ، بل تتألف من صخور نارية باطنية إندفعت من باطن قاع المحيط نفسه . وتتكون الجزر البركانية من أحجام هائلة من المصهورات اللافية ، إذ يبلغ متوسط إرتفاعها نحو ١٥٠٠٠ قـدم فوق أرضية قاع المحيط المجاور لها . ومع ذلك قد لا تظهر القمم العليا لبعض منها فوق سطح الماء ، ويبلغ متوسط إمتداد هذه المخروطات البركانية نحـو ١٠٠ ميل . ولا تظهر بعض هذه المخروطات والجبال البركانية على سطح الماء على شكل جزر محيطية ، بل تبعاً للأعماق البعيدة للمحيطات ، فقد تبقى فوق قاع المحيط على شكل جبال محيطية :

وقد تبين أن معظم مجموعات الجزر البركانية النشأة بالمحيط الهادى ، حديثة التكوين تبعاً لخشونة سطحها وشدة تضرسه . وما زال الكثير منهـا يتعرض لحدوث الثورانات البركانية الحديثة . ولهذا أوضح وينتوارث Wentworth

بأن مجموعة جزر هاواى لم تبلـغ بعد مرحلة الشباب من سلسلة التطور الجيولوجى .

وأوضح الباحث ستيرين Stearns عام ١٩٤٥ ، بأن الجزر البركانية تمر بدورة نمو على فترات متعاقبة تتلخص فيما يلى :—

ا — **مرحلة الطفولة** : ويبدأ تكوين قاعدة الجزر البركانية خلال هـذه الفترة وذلك تبعاً لتجمع صخور الأولفين البازلتية . وخلال هذه المرحلة ، يعظم إندفاع المصهورات البركانية من باطن الأرض .

ب - **مرحلة الشباب** : تتعرض جوانب فوهة البركان المحيطى خلال هذه المرحلة إلى السقوط والإنهيار ومن ثم تتكون حوائط شديدة الإنحدار حول أعالى البركان ، وتتسع فى نفس الوقت أعالى المخروط البركانى .

جـ **مرحلة الكهولة** : وخلال هذه المرحلة الأخيرة يتعرض المخروط البركانى المحيطى ، للامتلاء التدريجى ، ويتميز سطحه بالإستواء العـام تبعاً لزيادة حجم الرواسب .

وقـد تبين من نتائج الدراسات الجيولوجية المختلفة أن معظم الصخور البركانية لهذه الجزر بالمحيط الهادى تعزى إلى الإنبثاقات البركانية العظمى التى تعرض لها قاع هذا المحيط خلال الزمن الجيولوجى الثالث .

(ب) الجزر المرجانية

تتألف هذه الجزر فى المحيط الهادى من كتل صخرية جيرية كانت أصلا[1]

---

(١) سبق الحديث عن نشأة الجزر المحيطية وظروف تكونها ومراحل نموها فى محيطات العالم ص ٣٢٠ — ٣٤٣ .

أجزاء من هياكل عظمية صلبة لحيوان المرجان . فعند إندثار الهياكل الجيرية للكائنات البحرية المختلفة ، وتجمع الهياكل المرجانية وإختلاطها بمعادن مختلفة، تتكون صخور متنوعة من الصخور المرجانية .

ومن بين مجموعات الجزر المرجانية فى المحيط الهادى ، مجموعة جزر ياب Yap (تقع فيما بين ٢٥َ،٩° - ٤٦َ،٩° شمالا ، ٠٣َ،١٣٨° - ١٤َ،١٣٨° شرقاً) . وتتألف هذه المجموعة من أربع جزر كبرى تشمل ياب Yap ، وجاجيل Gagil ومَاب Map ، ورومونج Rumung . وتمتد هذه الجزر فوق رصيف بحرى ، تحيطه الحواجز والمستعمرات المرجانية . (شكل ٥٩) . ويلاحظ أن مساحة الجزر المرجانية الحلقية صغيرة جداً ، إذا ما قورنت بمساحة البحيرة الضحلة التى تنحصر بينها . وعلى سبيل المثال تبلغ مساحة الأشرطة الحلقية لجزيرة موجارو المرجانية (إحدى جزر مارشال ، ٢٥َ،١٧١° شرقا ، ١٢،٧° شمالا)، نحو ٥،٣ ميل٢ ، بينما تبلغ مساحة البحيرة الداخلية نحو ١١٣ ميل٢ ، ولا يزيد عدد سكان الجزيرة عن ١٤٧٠ نسمة . (شكل ٥٨) .

(ج) الجزر القارية

إختلفت آراء الكتاب حول تحديد معنى « الجزر القارية » . وقد ميز الكتاب نوعين من الجزر القارية هما :-

ا - **جزر قارية النشأة** :- ويقصد بها تلك الجزر التى إنفصلت عن القارات المجاوره لها بفعل الحركات التكتونية خلال العصور الجيولوجية المختلفة ومن ثم تتركب هذه الجزر من صخور متنوعة إلا أنها كثيراً مايشبه تركيبها التركيب الجيولوجى العام ليابس القارات المجاور لها والتى انفصلت عنه . ومن أمثلة هذه المجموعة ، جزر اليابان ، والفلبين ، وأندونيسيا.

ب جزر قارية محيطية النشأة :ـ ويقصد بها تلك الجزر التي تتركب صخورها من المصهورات اللافية ، الا أنها تقع خارج حد الأندسيت، أى لا تقع فى قلب المحيط الحقيقى بل تدخل ضمن نطاق المناطق الهامشية لأطراف القارات على الرغم من أن تكويناتها البيولوجية محيطية النشأة .

ويقسم البيولوجيون الجزر كذلك الى نوعين رئيسين هما :ـ

ا - جـزر قارية : ويقصد بها تلك الجزر الـتى تتكون فوقها مجموعات من العائلات النباتية والحيوانية تشبه تلك التى تتمثل على شواطىء القارات المجاورة .

ب - جزر محيطية : ويقصد بها تلك الجزر التى تشتمل على أحيـاء نباتية وحيوانية تختلف تماماً عن تلك التى تتمثل عـلى اليابس المجاور . ومن ثم تتكون فوق هذه الجزر المحيطية كائنات نباتية وحيوانية محلية خاصة Endemic Species [1] .

ونقصد فى هذه الدراسة بالجزر القارية ، هى تلك التى تتألف من الصخور القارية ، ثم إنفصلت عن اليابس المجاور بفعل عوامل مـا ، ومن ثم ظهرت على شكل جزر قارية النشأة ، متناثرة فوق قاع المحيط المجاور ولم تستطع مياة المحيط إنغارها كلية بالمياه . وقد يرجع سبب انفصال هـذه الجزر القارية النشأة عن اليابس الى الحركات التكتونية والتى قد تتمثل فى حركات الهبوط الأرضى أو حركات التصدع . وأهم أمثلة هذه المجموعة من الجزر بالمحيط الهادى تشمل :ـ

---

1 - Freeman, W, "Geography of the Pacific", Wiley, N. Y., (1961).

أ ـ جزر ألوشيان ، وجزر كوريل .

ب ـ جزر اليابان .

جـ ـ جزر الفلبين .

د ـ جزر جنوب شرقى آسيا .

هـ ـ جزر نيوزيلند .

وأهم الأدلة التي تشير على أن نشأة هذه الجزر قارية الأصل ، انها تتركب جيولوجياً من صخور السيال القارية ، ويشبه نظام بنية صخورها ذلك الذى يتمثل على القارات المجاورة لهـا . وقد تقسم مجموعات الجزر القارية المختلفة بالمحيط الهادى ، من حيث امتدادها واتجاهها العام الى المجموعات الآتية : ـ

أ ـ مجموعة من الجزر تمتد من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى ، ويعتبر هـذا الإتجاه الأخير ، الإتجاه العام لمعظم المجموعات الجزرية بالمحيط الهادى . ومن أمثلة هذه الجزر مجموعات جزر هاواى ، وساندويش ، ومارشال ، وجيلبرت ، وتوماتو .

ب ـ مجموعة من الجزر تمتد على شكل أقواس منحنية ،ومنها جزر مرقص ـ نيكر وماجلان .

جـ ـ مجموعة من جزر تمتد على شكل طولى من الشمال الى الجنوب مثل مجموعة جزر تونجا ، وجزر كرمادوك .

د ـ مجموعة من الجزر الإنفرادية مثل جزر نوارو Nauru (١٧٠° غرباً وخط الإستواء) ، وجزيرة كروز Cruz (١٠° جنوباً ، ١٦٠° غرباً) . وجزيرة إستر Easter (٢٨° جنوباً ـ ١١٠° غرباً) .

٣ - قاع المحيط الهادى

لاحظ أنجينهشتر Angenheister تبعاً للدراسات السيسمولوجية التى قام بها لبعض أجزاء من المحيط الهادى عام ١٩٢١ ، بأن موجات الزلازل تخترق صخور أرضية المحيط الهادى بسرعة شديدة جداً . واستنتج تبعاً لذلك أن هذا القاع يتألف من مو د بازلتية ومعادن ثقيلة . وقد أكدت الأبحاث التى قام بها هيس ، وفينينج منزيس ، وكينن هذه النتيجة الهامة ، حيث تبين أن الموجات الزلزالية والسيسمولوجية تعظم سرعتها فى صخور قاع المحيط الهادى. وقد دلت الدراسات الحديثة كذلك بأن أواسط المحيط الهادى يخلو تماماً من صخور السيال القارية ، وأن هذا الجزء من أرضية المحيط الهادى لم يتعرض لحركات رفع تكتونية خلال أى من العصور الجيولوجية نجم عنهـا تكوين أرض قارية . وتدل نتائج هذه الدراسات الحديثة على أن التركيب الصخرى لقاع المحيط الهادى يختلف تماماً عن التركيب الصخرى لقشرة اليابس السيالية، كما وأنه كان فى أول نشأته وما زال حتى الآن قاعاً لمحيط هائل الحجم ، عظيم الإتساع ولم يظهر قاعه فوق سطح البحر خلال أى زمن جيولوجى سـابق .

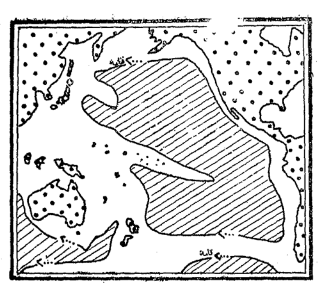
وتتميز أرضية المحيط الهادى كذلك بتنوع الرواسب فوقها . وقد استنتج الباحث ريات Riatt أن متوسط سمك الرواسب المختلفة فوق أرضية المحيط إلى الشمال من جزر هونولولو Honolulu يبلـغ نحو ٠,٤ كم ، ويزداد هذا السمك الى نحو ١,٢ كم فى الجزء الجنوبى الغربى من أرضية المحيط الهادى حيث يكثر انتشار الجزر المحيطية ، وقد دلت نتائج الأبحاث السيسمولوجية بأنه يقسع أسفل هذه الرواسب السابقة طبقات صخرية يتراوح سمكها من

٥ ـ ٦ كم ، وتبلغ سرعة الموجات السيسمولوجية فيها نحو ٦٫٥ كم في الثانية، ثم يلي هذه الصخور مباشرة طبقات أخرى تتألف من مواد ثقيلة ، عظيمة السمك ، وتبلغ سرعة الموجات السيسمولوجية بهـا نحو ٨٫١ كم في الثانية . ويمثل الحد الموهوروفيشي الحد الأدنى لهذه الطبقات الأخيرة والذى يفصل بين صخور قشرة الأرض وباطن الأرض .

٤ ـ أعماق المحيط الهادى

تختلف أعماق المحيط الهادى من جزء الى آخر ، تبعـاً لتنوع الظواهر التضاريسية التى تشكل أجزاء قاع المحيط . ففى مناطق الخوانق المحيطية ، يتميز القاع بالعمق الهائل (٣٠٫٠٠٠ قدم) على الرغم من وقوع الخوانق مجاورة لخط الساحل فى معظم الأحيان . أما فى أواسط أرضية المحيط حيث تمتـد السلاسل والحواجز المحيطية العظيمة الإمتداد ، فيتميز قاع المحيط بضحولته النسبية تبعاً لعظم ارتفاع الحواجز المحيطية فوق أرضية المحيط .

ويسير خط عمق ٢٠٠٠ قامة المتساوى بالمحيط الهادى موازياً للحواف الغربية للخوانق المحيطية على طول الساحـل الغربى للأمريكتين ، ثم يظهر شمالا الى الجنوب من قوس جزر ألوشيان . وعلى طول الجانب الغربى من المحيط الهادى يظهر خط عمق ٢٠٠٠ قامـة المتساوى الى الشرق من خوانق كوريل واليـابان ومريانا ويتم الخط حلقته شبه الدائرية الى الشرق من مجموعة جزر نيوزيلاند وشمال أنتارتيكا . أما أعمـاق أواسط قاع المحيط الهادى الذى تظهر فيه مجموعات الجزر المختلفة فهى عادة أقل من ٢٠٠٠ قامة (شكل ٩٨) :



(شكل ٩٨) المسطحات المائية التى يزيد عمقها عن ٢٠٠٠ قامة بالمحيط الهادى .

وقد أوضح الباحث كوسينا Kossinna عام ١٩٢١ [1] بأن نسبة مساحة

الأعماق بالمتر	المحيط الأطلسى	المحيط الهادى	المحيط الهندى	متوسط عمق أرضية المحيطات مجتمعة
صفر — ٢٠٠	٥ر٦ ٪	١ر٧ ٪	٣ر٢ ٪	٣ر١ ٪
٢٠٠ — ١٠٠٠	٤ر٠	٢ر٢	٢ر٧	٢ر٨
١٠٠٠ — ٢٠٠٠	٣ر٦	٣ر٤	٣ر١	٣ر٤
٢٠٠٠ — ٣٠٠٠	٦ر٧	٥ر٠	٧ر٤	٦ر٢
٣٠٠٠ — ٤٠٠٠	١٩ر٤	١٩ر١	٢٤ر٤	٢٠ر٤
٤٠٠٠ — ٥٠٠٠	٣٢ر٤	٣٧ر٧	٣٨ر٩	٣٦ر٦
٥٠٠٠ — ٦٠٠٠	٢٦ر٦	٢٨ر٨	١٩ر٩	٢٦ر٢
٦٠٠٠ — ٧٠٠٠	٠ر٨	١ر٨	٠ر٤	١ر٢
أكثر من ٧٠٠٠	—	٠ر٣	—	٠ر١

1 - Kossinna, Erwin. (Die Tiefen des Weltmeeres) Berlin.Univ., Institut F, Meeres Kunde, Veroff. N. F. A , Geogr. — natur Reihe, Heft 9, (1921), pp. 70.

أرضية المحيط الهادى التى تقع أبعد من عمق ٣٠٠٠ متر تبلغ نحو ٨٧ ٪ من جملة مساحة أرضية المحيط . ومن ثم يتضح أن المحيط الهـــادى يتميز بعظم أعماقه كذلك إلى جانب عظم إتساعه. ويوضح الجدول السابق نسبة مساحة أرضية المحيطات عند أعماق مختلفة إلى المساحة الإجمالية لأرضية كل محيط .

٥ ـ الرواسب فوق قاع المحيط الهادى

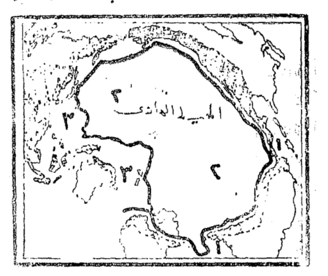
تبعاً لعظم إتساع أرضية المحيط الهادى ، بالإضافة إلى أن الأنهار العظمى التى تصب فيه محدودة العدد ، فان الرواسب القارية أو الأرضية التى تشكل معظم أرضية المحيط الأطلسى ، ليس لهـــا تأثيراً كبيراً فى تشكيل أرضية المحيط الهادى . فقد دلت نتائج دراسة العينات الصخرية التى جمعت من فوق قاع المحيط الأطلسى على أن الإرسابات القارية تشمل جزءاً كبيراً من مجموعة الرواسب المختلفة وساعدت التيارات البحرية السفلية على توزيع هذه الرواسب وانتشارها فوق قاع المحيط . أما معظم الرواسب القارية فوق قاع المحيط الهادى فهذه تنحصر غالباً فى نطاق المنحدر القارى وفيما وراء حد الأندسيت ولكن هذا لم يمنع من إنتشار بعض الرواسب القارية فى مناطق متناثرة محلية بالأعماق البعيدة بمساعدة فعل التيارات البحرية ، كما هو ممثل فوق أرضيـة الجزء الشمالى الشرقى من المحيط الهادى .

وقد دلت الدراسات على أن بعض الرواسب التى تجاور السواحل الجبلية المرتفعة على طول الساحل الشمالى الغربي لأمريكا الشمالية ترجع عمرها الى الزمنين الثالث والرابع الجيولوجيين، وأنها تحتوى كذلك على بعض الكائنات الحفرية لهذين الزمنين ، وتكثر برواسب المحيط الهادي نسبة البيروكلاز ، بينما

تنتشر رواسب الصلصال الأحمر بالأعماق البعيدة فوق قاع المحيط . وترتفع نسبة المنجنيز والحديد والفوسفور بالصلصال الأحمر عن نسبة وجود النيكل والتيتانيوم والألمونيوم به .

وتبعاً لعظم حجم طبقة المياه المدارية العميقة القلوية والتى تشتمل على نسبة كبيرة من السيليكات والفوسفات ، بالإضافـــة الى تأثرها بالتيارات البحرية الإستوائية تنتشر كائنات البلانكتون بالمياه ، ويعظم تكاثرها خاصة بالقرب من الدائرة الإستوائية ، وفى الجزء الشرقى من المحيط الهادى بالمسطحات المائية الدفيئة . بينما تنتشر فوق قاع المسطحات المائية الباردة بالمحيط الهادى رواسب الآوز السليكى ، والآوز الرادبوليرى ، والآوز الدياتومى .

وقبل دراسة النطاقات المورفولوجية الكبرى لأرضية المحيط الهادى ينبغى



١ النطاق الشرقى المحيط الهادى
٢ نطاق المحيط الهــادى الحقيقى
٣ النطاق الغربى المحيط الهــادى
* مناطق الضعف الجيــولوجية

(شكل ٩٩) النطاقات الجيولوجية الكبرى فى المحيط الهادى .

أن نشير كذلك إلى النطاقات الجيولوجية الكبرى التى كان لها أكبر الأثر فى تشكيل الظواهر التضاريسية المختلفة فوق قاع هذا المحيط . وقد ميز الباحثون ثلاثة نطاقات جيولوجية رئيسية تتمثل فيما يلى : ـ

١ ـ النطاق الشرقى الضيق The Narrow Eastern Rim

يتمثل فى هذا النطاق السلاسل الجبلية الإلتوائية الميوسينية العظمى ، والتى يوازى إتجاهها خط الساحل نفسه (الروكى ـ الأنديز) . وترتفع قمم الجبال هنا لمنسوب ٢٠,٠٠٠ قدم فوق سطح البحر خاصة فى ألسكا وبيرو وشيلى .
ولا تبعد هذه القمم الجبلية العالية عن خط الساحل المجاور سوى ببضعة أميال . وتمتد الخوانق الطولية المحيطية العظمى (متوسط أعماقها ٣٠,٠٠٠ قدم) بجوار هذه القمم الجبلية العالية , ومن ثم تميز هذا الجانب من المحيط



(شكل ١٠٠) الخوانق المحيطية العظمى فى المحيط الهادى .

الهادى بمنحنى هيبسوغرافى خاص يميزه عن أى محيط آخر على سطح الكرة الأرضية . (شكل ٩٩) .

٢ ـ نطاق المحيط الهادى الحقيقى The Central Pacific Proper

وهو أعظم هـــذه النطاقات مساحة ولا يدخل فيه مناطق الرفارف أو المنحدرات القارية ، بل يشتمل على أرضية الأعماق البعيدة جداً من المحيط . ويعد هذا النطاق أعظم مناطق سطح الأرض إستقراراً من الناحية الجيولوجية كما أنه أعظمها مساحة وتجانساً كذلك . ويبلغ متوسط عمق هـــذا النطاق نحو ١٥ ألف قدم .

٣ ـ النطاق الغربى العريض The Broad Western margin

ويعد هذا النطاق أعظم إتساعاً من النطاق الشرقى الضيق ، وتنتشر فيه مجموعات مختلفة من الأقواس الجزرية مثل أقواس جزر كوريل واليـــابان ، وبونين ، ومريانا ، وريوكيو ، وميندناو ، وتونجا ، وبونجنيل . وقد تبين أن هذه الأقواس الجزرية قارية النشأة ، وتقع فيما وراء حد الأندسيت ، وتمتد سلسلة من الخوانق الطولية العظمى (وكثيراً ما تكون موازية تمـاما لأقواس الجزر المجاورة لها) ، على طول هذا الحد الأخير وفى مناطق الضعف الجيولوجى (شكل ١٠٠) .

الوحدات الجيومورفولوجية الكبرى لقاع المحيط الهادى

على الرغم من أن المحيط الهادى يمثل وحدة متكاملة من الناحيتين الجغرافية والجيولوجية بالنسبة لبقية أجزاء القشرة الأرضية ، إلا أنه كان نتيجة للعوامل الداخلية والخارجية التى أثرت وما زالت تؤثر فى تشكيل قاع هـذا المحيط

وأطرافه ، أن تميزت الأجزاء المختلفة من قاعه بخصائص جيومورفولوجية متنوعة . ومن ثم أمكن تقسيم أرضية المحيط الى وحدات جيومورفولوجية كبرى لكل منها مظهرها المورفولوجى الخاص بها وتتلخص هذه الوحدات فيما يلى : ـــ [1]

أولا — الجزء الشمالى الشرقى من قاع المحيط الهادى

يتميز هذا الجزء من قاع المحيط بأنه عظيم العمق نسبياً، ويقل فيه انتشار الجزر المحيطية بشكل واضح . وأهم ما يميز هـــذا النطاق ، تشابه امتداد ظواهره التضاريسية المختلفة . فمن دراسة الخريطة الجيولوجية العامة لقاع المحيط الهادى



(شكل ١٠١) جيولوجية الجزء الشمالى الشرقى من المحيط الهادى

1 – King, L. C., (Morphology of the Earth) Edinburgh. (1962).

يتضح أن كلا من الحواجز المحيطية وبعض الأخاديد المحيطية يقعان على إمتداد واحد من الشرق إلى الغرب . ومن ثم تمتد الحواجز المحيطية هنا على شكل سلاسل عرضية متوازية تمتد من الشرق إلى الغرب (شكل ١٠١) .

وقد درس منارد Menard عام ١٩٥٣[1] جيولوجية هذا الجزء من أرضية المحيط ، وأوضح أن مظهره المورفولوجى العام يتركب من : —

ا — حافة ماندسينو Mendocino ، ويبلغ إرتفاعها نحو ٥٠٠ قدم فوق قاع المحيط وطولها نحو ١٤٠٠ ميل .

ب — حافه مارى Murray ، وتمتد فيها بين الساحل الجنوبى لكاليفورنيا شرقاً حتى أواسط جزر هاواى غرباً ، ويبلغ طولها نحو ١٦٠٠ ميل ، ومتوسط إرتفاعها نحو ٤٠٠٠ قدم فوق قاع المحيط .

ج — أخدود كلاريون Clarion ، ويمتد إلى الغرب من جزر رفيلا جيجدو Revilla Gigedo ، لمسافة يبلغ طولها نحو ١٨٠٠ ميل ؛ ويتراوح عمقه من ٢٠٠٠ — ٥٠٠٠ قدم .

د — حافة كليبرتون Clipperton ، وتمتد فيها بين جزر كليبرتون شرقاً ، وجزر كريساس غرباً لمسافة تبلغ ٢٣٠ ميل ، ومتوسط إرتفاع هذه الحافة نحو ١٠٠٠ قدم فوق قاع المحيط . (شكل ١٠١)

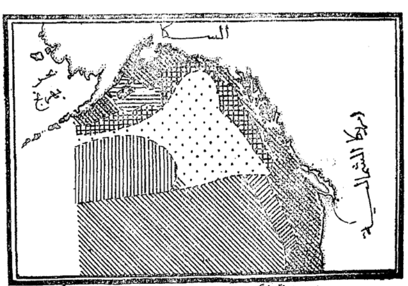
وقد تبين أن هذا الإمتداد الشرقى الغربى العام لكل الظواهر الجيومورفولوجية التى تتمثل فوق قاع هذا الجزء من المحيط الهادى لها إرتباط واضح بطبيعة

---

1 — Menard, H. W., (Pleistocene and Recent sediment from the fo floor the northwest Pacific,) Bull, Geol, Soc, Amer. vol. 64, (1953), 1279— 1294.

التركيب الصخرى والحركات التكتونية التى عملت على تشكيل صخور القاع.
فقد دلت الدراسات الجيولوجية على أن الصخور العليا لقاع المحيط في هذا الجزء رقيقة السمك نسبياً ، وتأثرت بحركات تصدع عظمى ذات إمتداد شرقي غربي ، وظهرت المناطق الصخرية فيما بين هـــذه الصدوع على شكل حافات صدعية بحرية عظمى .

ويظهر إلى الغرب من هذه الحافات الجبلية العرضية فوق قاع المحيط مجموعات من الجزر المحيطية الواقعة عـلى الحواجز المحيطية العظمى . ومن هذه الجزر مجموعة جزر هاواى Hawaiian ونيكر Necker ولين Line .
أما إلى الشرق من هذه الجزر ، أى فيما بين الساحل الغربى لأمريكا الشمالية والجزء الشمالى الشرقى من المحيط الهادى ، فلا يتشكل المحيط بظهور الجزر



(شكل ١٠٢) التوزيع الجغرافى للرواسب فوق قاع الجزء الشمالى الشرقى للمحيط الهادى .

الكبيرة المتعددة ، بل قد تظهر فقط بعض الجزر الأنفرادية الصغيرة المتناثرة ، مثل جزر جوادلوب Guadelupe ، وربفيلا جيجدو ، وكايبرتون . وتظهر هذه الجزر فوق سطح مياه البحر على شكل تلال وجبال بحرية ، تتركز جذورها فوق الحواف الشمالية لهضبة البتروس Albatross المحيطية . وتنتشر التلال المحيطية كذلك فوق أرضية خليج ألسكا ، ورجح « منارد » بأن نشأة معظم هذه التلال ترجع إلى الحركات التكتونية والرواسب البلايوستوسينية الحديثة .

ويتميز قاع المحيط فى خليج ألسكا بكونه قاعاً مسطحا ، مغطى بالرواسب التى ساعدت على تشكيل القاع وظهوره بشكله المستوى العام الذى يبدو به فى الوقت الحاضر ويتحدر القاع تدريجياً نحو الجنوب والجنوب الغربى أى من المناطق الحدية للرفرف القارى إلى أعماق المحيط البعيدة ، ويتراوح نسبة الإنحدار فيما بين ٨ – ١٢ قدم لكل ميل . وتشكل الرواسب الجليدية العظيمة السمك والتى أرسبتها الكتل الجليدية البلايوستوسينية فى الجزء الشرقى من أرضية خليج ألسكا . وتنتشر بجوار خط الساحل هنا ، رواسب ترتفع بها نسبة الحصى والصلصال ، أما فى أواسط أرضية خليج ألسكا ، فتنتشر رواسب قارية جليدية ، ويقل فيها نسبة الأوز الدياتومى عن ٢٠ ٪ ، وتتميز أرضية الجزء الجنوبى من هذا الخليج بفرشات من الرواسب الصلصالية والتى ترتفع فيها نسبة الأوز الدياتومى . (شكل ١٠٢) .

ثانيا – قوس جزر الوشيان

يمتد من الطرف الجنوبى الغربى لشبه جزيرة ألسكا عند رأس سبير Mt. Spurr شرقاً إلى جزيرة آتو Attu غرباً ، قوس جزرى عظيم الإمتداد ويطلق عليه

اسم فرس جزر ألوشيان ويبلغ متوسط إرتفاع جزر هذا القوس نحو ۰۰۰ر۹ قدم فوق سطح البحر ، ومن ثم يبلغ طول المسافة الرأسية بين أعظم إرتفاع لقمم جزر ألوشيان وأعظم عمق لخانق ألوشيان المجاور له، نحو ۰۰۰ر۳۰ قدم. وتقع هذه المجموعة الجزرية على إمتداد يوازى قوس خانق ألوشيان المحيطى الواقع إلى الجنوب منها . أما إلى الشمال من هذه المجموعة الجزرية ، فينحصر مسطح مائى عظيم الإمتداد ، فيما بين الساحل الغربى لألسكا شرقاً والإتحاد السوفيتى غرباً، ويعرف باسم بحر بهرنج Bering Sea . وينقسم هذا البحر الأخير تبعاً لإختلاف أعماقه إلى قسمين هما :ـ

ا ـ القسم الشرقى ، ويجاور شبه جزيرة ألسكا،ويتميز بضحولته ، ويمكن أن يعتبر جزءاً من الرفرف القارى .

ب ـ القسم الغربى ، وهو أعظم عمقاً ، ويعد حوضاً بحرياً ، يبلغ أقصى عمق فيه نحو ۱٤۰۰۰ قدم .

وقد تبين من دراسة التركيب الصخرى لمجموعة جزر ألوشيان أنها تتألف من صخور بركانية وصخور الجرانيت والرايوليت ، وتشابه تلك فى شبه جزيرة ألسكا نفسها ، مما يدل على أن قوس جزر ألوشيان يعد قوساً قارياً ولا يتجزأ من شبه جزيرة ألسكا . أما بحر بهرنج فهو بدوره بحراً إنخفاضياً، أو كان جزءاً قارياً ثم تعرض لحركات الهبوط ، وأصبح على شكل بحر حوضى قليل العمق .

ويظهر إمتداد خانق ألوشيان فى جزيرة كودياك ، وشبه جزيرة كيناي Kenai Peninsula فقد دلت الأبحاث الجيولوجية على أنهما يتكونان من رواسب تجمعت فى أطراف هذا الخانق خلال الزمن الجيولوجى الثانى ، مما

أدى إلى إمتلاء بعض أجزاء من الخانق وظهورها فى الوقت الحاضر على شكل جزر وأشباه جزر . وقد اتضح كذلك أن معظم عملية الإرساب قد تمت خلال عصر الميوسين بواسطة فعل الرواسب البحرية التي يبلغ سمكها فى هذه المنطقة نحو ٢٠٠٠٠ قدم . (شكل ١٠٣) . وقد دلت الدراسات الجيولوجية التى



(شكل ١٠٣) قوس جزر ألوشيان .

أجريت فى الجزء الجنوبى من شبه جزيرة ألسكا بأن الجزء الشرقى من حاجز جزر ألوشيان بدأ تكوينه خلال أوائل الزمن الجيولوجى الثالث أما الرواسب البلايوستوسينية التى تجمعت فيه ، فقد تعرضت لحركات الرفع عند نهاية هذا العصر الأخير وإرتفعت بنحو ٥٠٠ قدم خاصة فى منطقة مرتفعات سانت إلياس St. Elias . ونجم عن حدوث زلزال عام ١٨٩٩ كذلك أن إرتفعت بعض أجزاء من خليج ياكوتات Yakutat Bay بنحو ٢٠ — ٥٠ قدم . وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن قوس جزر ألوشيان ما زال معرضاً للتشكيل والتغيير بفعل الحركات التكتونية فى العصر الحديث .

ثالثا – الجزء الجنوبى الشرقى من أرضية المحيط الهادى

يتميز هذا الجزء من أرضية المحيط الهادى الذى يحده خط الإستواء شمالا وقارة أنتارتيكا جنوباً ، والساحل الغربى لأمريكا الجنوبية شرقاً ، ومن الغرب خط طول ١٤٠° غرباً بخلوه الواضح من الجزر الكبيرة ، بل يتناثر فوق قاع هذا الجزء العظيم المساحة من المحيط بعض الجزر الإنفرادية الصغيرة المساحة . ومن أمثلة هذه الجزر بيتسرن Pitcairn (٥٠° جنوباً و ١٣٠° غرباً) ، وجزر توماتو Tuamotu إلى الشمال الغربى من الجزيرة السابقة :

وأهم ما يميز هذا الجزء من المحيط ، هو كيفية إمتداد السلاسل والحواجز الجبلية المحيطية وأهمها حاجز جنوب شرق المحيط الهادى ، الذى يمتد من الساحل الشمالى الغربى لأنتارتيكا بالقرب من جزر بولنى Balleny ، ثم يتجه نحو الشمال الشرقى ، ثم ينحرف شمالا إلى أن يصل جزيرة إيستر ، وإلى الشمال من هذه الجزيرة الأخيرة يمتد الحاجز شمالا إلى أن تضيع معالمه فوق هضبة البتروس المحيطية . ومن دراسة جيولوجية جزيرة إيستر الواقعة على قمة هذا الحاجز ، تبين أن هذه الجزيرة تتكون من صخور قارية ، كما تتركب صخور جزر جلاباجوس Galapagos (الواقعة فوق حاجز كوكوس المحيطى Cocos Ridge) وتكوينات حاجز كارناجى Carnegie (المجاور لساحل بيرو) من صخور السيال القارية . على ذلك إذا كان حاجز جنوب شرق المحيط الهادى يتبع تركيبه الجيولوجى نفس هذه الحواجز المحيطية السابقة فانه يعد بدوره جزءاً قارياً ، إنفصل عن قارات قديمة وقد يكون فى هذه الحالة القسم الغربى من قارة جندوانا القديمة .

أما الأطراف الشرقية الهامشية لهذا الجزء من المحيط والتى تجاور الساحل

الغربى لأمريكا الجنوبية ، فتتميز هنا بظاهرة الخوانق المحيطية العظمى (مثل خانق جواتيمالا ، وخانق أكابولكو) . وتمتد هذه الخوانق على طول إمتداد الساحل الغربى لأمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية ، وذلك لمسافة يبلغ طولها عدة آلاف من الأميال ، ويرجع معظم أجزاء هـذه الخوانق إلى الزمـنين الجيولوجيين الثالث والرابـع . ولكن يتضح كذلك أن هذه الخوانق تعـد أحدث عمراً من الحواجز المحيطية والهضاب والسهول المحيطية حيث إن الأولى قد شقت وقطعت صخور الأخيرة .

رابعا — الجزء الشمالى الغربى من أرضية المحيط الهادى ، بما فيه الجزر الاندونيسية

تتميز الأجزاء الشمالية الغربية من المحيط الهـــادى بتكوين مجموعات الأقواس الجزرية القارية ، تبدأ بقوس جزر ألوشيان فى الشمال ، ثم تليهـا جنوباً أقواس جزر كوريل ، واليـابان ، وريوكيو ، وبونين ، وماريانا ، وياب ، والفلبين ، وإندونيسيا ، وسومطره .

وتمتد مجموعة جزر كوريل Kuril من كمشتكا Famchatka شمـالا إلى جزيرة هوكايدو Hokkaido جنوباً . وقد دلت الدراسات على وجود طبقات سميكة من الرواسب القارية خاصة فوق الجزء الشمالى لهذا القوس وقد تبين كذلك بأنها رواسب قديمة لا ترجع إلى طبيعة توزيـع اليابس والمـاء فى الوقت الحاضر ، بل أرسبت فى عصور جيولوجية سابقة وإن دل هذا على شىء فانما يدل على أن هذا القوس الجزرى كان جزءاً من اليابس المجاور فى العصور الجيولوجية السابقة ، ثم تبعاً لتوالى العمليات التكتونية ، إنفصل عن اليابس المجاور بواسطة البحار الضحلة شبه المقفلة .

وترتبط مجموعة الجزر اليابانية باليابس المجـــاور بصلات جيولوجية ومورفولوجية قوية . فقد عثر في بعض بقاع من الجزر اليابانية على كتل صخرية من الجرانيت متداخلة مع تكوينات العصر البرمي . وقـد أوضحت الدراسات الجيولوجية بأنه ليست هناك أدلة تثبت حدوث تكوين صخور العصر البرمي بجزر اليابان نفسها وأكد كوباياشي Kobayachi أن مصدر هـذه الصخور الجرانيتية البرميـــة هي الكتلة السدية العظمى التي تظهر على سطح الأرض بالقرب من فيلاديفستك Vladivostock . وينفصل بحر اليابان الضحل الجزر اليابانية عن اليابس المجاور ، ويبلغ متوسط عمقه نحو ٣٦٠٠ قدم . وقد أكدت الدراسات الجيولوجية بأن مناطق السدود البركانية التي تشغل أرضية بحر اليابان اليوم كانت أرضاً يابسة خلال الزمن الجيولوجي الرابع ، وساعدت على هجرة الفيلة الأسيوية إلى جزر اليابان .

أما قوس جزر الفلبين ، فيعرف القسم الشمالي منه بقوس ريو كيو Riu Kiu وينفصل عن اليابس المجـاور بواسطـة بحر الصين الشرقي الضحل ، والذي يبلغ متوسط عمقه نحو ٢٥٠ قدم . وقد دلت الدراسات الجيولوجية على تشابه التركيب الجيولوجي ونظام بنية الطبقـات الصخرية في كل من هذه الجزر واليابس الأسيوي المجاور ، ففي كل منهما صخور جيرية ترجـع إلى الزمن الجيولوجي الثالث ، وصخور بركانية من نفس الزمن الأخير ، مما يؤكد أن قوس جزر الفلبين قاري النشأة . (شكل ١٠٤)

أما القوس الاندونيسي : فيعد في الحقيقة قوساً مزدوجا ، يقسمه بحر بندا Banda وبحر فلورس Flores Sea إلى مجموعتين من الجزر هما : —

ا — المجموعة الأولى وتشمل القوس الشمالى ، وتتألف من جزر بورنيو Borneo ، وسليبيس Celebes ، ونيوغينيا New Guinea

ب — المجموعة الثانيـة وتشمل القوس الجنوبى ، وتتكون من عشرات من الجزر أهمها جزر سومطره Sumatra ، وجاوه Java ، ولومبوك Lombok . وفلورس Flores وتيمور Timor وتنيمبر Tenimber



(شكل ١٠٤) العلاقة بين الخوانق المحيطية العظمى وأقواس الجزر المحيطية

ويعد بحر بندا أقصى إمتداد للبحار الحدية التى تتبـع شرق القارة الأسيوية أما جزر جاوه وسومطرة ، فهى تقع فوق رفرف قارى هابط ، وعلى هـذا الرفرف الأخير أمكن تتبـع مجرى نهر مولنجراف Mclengraaf البلايوستوسينى وفى بداية الزمن الجيولوجى الثالث كانت هـذه الجزر أرضاً قارية متصلة ببعضها ، ولا يفصل بينها سوى بحـار قارية هامشية epicontinental Seas وفى خلال عصر الميوسين تعرضت هذه البحار لفعل الهبوط الأرضى وإتسعت المسطحات المائية بين مجموعات الجزر . وقد دلت الدراسات الجيولوجيـة على أن التركيب الصخرى لهذه المجموعات الجزرية القارية يعـد تركيباً معقداً ، بخلاف التركيب الصخرى البسيط للجزر المحيطيـة البركانية النشأة . فتتركب صخور المجموعة الأولى عادة من صخور إرسابية قارية مختلفـة متراكبة فوق بعضها البعض الآخر وقد تتعرض بعض أجزائها إلى الحركات التكتونية التى تشكل مظهرها العام . بينما قد تتألف الجزر البركانية المحيطية النشأة من نوع واحد من الصخور النارية .

خامسا ـــ قوس مريانا والحوض الفلبينى

فيما بين جزر اليابان شمالا ، وجزيرة نيوغينيا جنوباً ، يمتد قوس جزرى تتناثر جزره إلى الشرق والغرب من خط طول ١٤٠° غرباً ويطلق عليه اسم قوس جزر مريانا Marianas Arc . وتقع هذه الجزر حقيقة فيما وراء حد الأندسيت فى المنطقة القارية النشأة ، ولكن مع ذلك فان أصل نشأتها مازال مدار البحث ، ولم يعرف بعد ما إذا كانت هذه الجزر قارية أم محيطية النشأة ويتألف قوس جزر مريانا من جزر صغيرة المساحـة ، أكبرها جزيرة جوام Guam ، التى تقع إلى الشمال مباشرة من غور شالنجر . وقد درس هيس Hess

عام ١٩٤٦ [1] ، جيولوجيـة قوس جزر مريانا وأوضح أن هنـاك خانقـاً بحرياً عظيم العمـق يمتد من خليج طوكيو شمالا حتى جزر مريانا جنوباً .
ويظهر هذا الخانق على شكل قوسين ، يطلق على القوس الشمالى منها اسم خانق اليابان ، ويعرف القوس الجنوبى باسم خانق جزر مريانا وإلى الغرب من هذا الخانق الأخير تظهر أقواس من السلاسل والحواجز المحيطية تعرف هنا باسم حاجز جنوب هنشو . وعنـد آعالى الجانب الغربي من خانق اليـابان تظهر بعض الجزر المحيطية الصغيرة المساحة ، وتتركب من صخـور الأنديسيت .
وتحتوى هذه الجزر عند دائرة عرض ٣٠° شمالا . وتقع جزر بونين Bonin فوق الأطراف الشمالية لحاجز هنشو المحيطى ، وتتركب صخور هـذه الجزر من لافا أنديسيتية ، وصخور جيرية أيوسينية وأليجوسينية .

وقد أوضح هيس أن كل الأقواس الجزرية هنا (جزر مريانا وياب ، والفلبين) تقع على محاور الثنيات المحدبة العظمى والتى تشمل من الشرق إلى الغرب ما يلى . —

ا — ثنية مريانا المحدبة Marianas

ب — ثنية إيوا — جيما المحدبة Iwa — Jima

حـ — ثنية غرب كارولين المحدبة West Caroline

د — ثنية بالاو — كيوشو المحدبة Palau — Kyushu

أما البحار الضحلة التى تفصل بين هذه الأقواس الجزرية ، فهى عبارة عن أحواض هابطة تشمل من الشرق إلى المغرب ما يلى :

---

1 - Hess, H. H., (Drawned ancient Islands of the Pacific) Amer Jour Sci., vol 244 (1946), 772 — 791.

أ ـ حوض مريانا Marianas Trough .

ب ـ حوض ياب Yap Trough .

جـ ـ حوض الفلبين Philippine Trough .

ويتميز حوض أو بحر الفلبين بعظم عمقه نسبياً ، حيث يبلغ متوسط عمق القسم الغربى منه نحو ٦٠٠٠ متر . وقد دلت الدراسات التى أجريت فى قاع هذا الحوض على أنه شديد التضرس ، وتنتشر فوقه التلال والجبال المحيطية .

ومن ثم يتضح أن أهم الظواهر الجيومورفولوجية التى تشكل قاع هـذا الجزء من المحيط الهادى تتمثل فى أقواس الجزر المحيطية والخوانق المحيطية المجاورة لها . وحيث إن كلا من أقواس الجزر المحيطية والخوانق المحيطية يرتبطان مع بعضها إرتباطاً ملحوظاً من حيث طبيعة إمتدادها وتركيبهما الجيولوجى ، فمن الصعب فصل دراسة نشأة أى منهما عن الآخر . ومن الآراء الحديثة أن أقواس الجزر المحيطية كانت خوانقاً محيطية قديمة، تكون معظمها فى البحر الكريتاسى القديم، ثم تعرضت لعمليات الإرساب والإملاء، ثم إلى عمليات الرفع التى أظهرتها على شكل أقواس جزرية تمثـــل محاور الإلتواءات الكبرى . بينما قد تكون الخوانق المحيطية الحالية حديثة العمر عن الخوانق التى امتلأت بالرواسب وتحولت إلى جزر . ومن الأدلة التى تشير إلى ذلك ، أن الجزء الشرقى من خانق ألوشيان قد إمتلأ بالرواسب وتحول إلى جزر وأشباه جزر كما سبق الذكر .

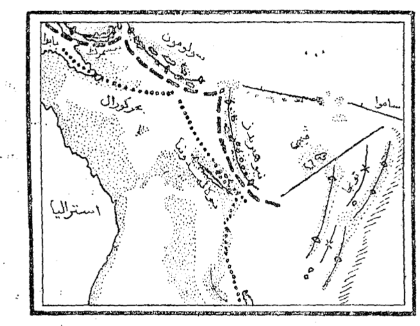
سادسا – الجزء الجنوبى الغربى من أرضية المحيط الهادى

تختلف الخصائص الجيومورفولوجية العامة لهـذا الجزء عن بقية أرضية المحيط الهادى ، حيث يتميز بإحتوائه على مجموعات مختلفة من الحواجز المحيطية

الغاطسة ومجموعات من الجزر المتعددة . وتعتبر معظم الحواجز المحيطية والجزر الغاطسة جزءاً من صخور اليابس المجاور تبعاً لتركيبها الصخرى، فيما عدا الجزر والحواجز الواقعة إلى شرق نيوزيلند — تونجا New Zealand-Tonga Line وعلى ذلك يتضح أن معظم مجموعات الجزر فى الركن الجنوبى الغربى من المحيط الهادى ، والتى تقع فيما وراء حـــد الأندسيت قارية النشأة . وتنتشر الرواسب القارية السميكة فوق بعض صخور جزر فيجى Fiji ، ونيو كاليدونيا New Caledonia ، ونيوزيلند New Zealand . وتعد مجموعة جزر كارولين Caroline ، أقصى إمتداد شمالى لحدود هـذا الركن من أرضية المحيط ، وتتكون بعض هذه الجزر من مجموعات من التلال المحيطية البركانية البلايوسينية، تشكل الأطراف العليا لحواجز محيطية أهمها حاجز أوربيك — نيوغينيا ، وحاجز كارولين ـ سالمون ، وينحصر حوض كارولين الشرقى الضحل بين هذه الحواجز القوسية الشكل .

وقد دلت الدراسات الجيولوجية على أن جزيرة نيوغينيا تعـد جزءاً من قارة أستراليا ، ولا ترتبط جيولوجياً بمجموعة جزر أندونيسيا مثل جزر سيرام Ceram ، وهالماهيرا Halmahera (أو سلبيس Celebs) . وقد رجح بعض الباحثين أن جزيرة نيوغينيا ، تزحزحت إلى الشمال نحو بحار جنوب شرقى آسيا بفعل التيارات الحرارية الصاعدة بباطن الأرض خـلال بداية الزمن الجيولوجى الثالث . وقد تبين أن جزر بيسمارك ، وسولمون ، ونيوهبريدز تقع على محاور إلتوائية عظمى قديمة ، تتمثل من الشمال إلى الجنوب فى أقواس بيسمارك ، وسولمون ، ونيوهبريدز الإلتوائية . ويمتد قوس سولمون من بوجانفيل Bongainville فى الشمال الغربى إلى سان كريستوبل San Cristobal

فى الجنوب الشرقى ، ويظهر فى صخور هذا القوس الإلتوائى بعض الطفوح البركانية (شكل ١٠٥) .



(شكل ١٠٥) جيولوجية القسم الجنوبى الغربى من المحيط الهادى

وتتألف مجموعة جزر فيجى من جزيرة فيجى الكبرى، ونحو ٢٥٠ جزيرة أخرى صغيرة المساحة جداً ، وتقع كلها فوق حاجز محيطى إلى الغرب من خانق تونجا . ويمتد هذا الحاجز المحيطى جنوباً ليتصل بحواجز تونجا — كرمادوك — نيوزيلند المحيطية . وتبين من دراسة التركيب الجيولوجى لجزر نيوزيلند بأنها من أصل قارى حيث تتركب صخورها من طبقات الحجر الرملى المعروف باسم الجراى واكى greywackes (١) والذى يرجع عمرها إلى

(١) حجر رملى غليظ الحبيبات ، أشبه بصخور المجمعات .

العصر الجوراسى . وتبعاً للسمك الهائل لهذه الطبقات يتضح أنه من الصعب أن يكون مصدرها فتات صخور الحواجز البحرية المجاورة . ومن دراسة طبيعة تركيب صخور الجراى واكى ونظامها فى نيوزيلند تبين أنها تشابه تلك الموجودة فى كل من جـــزر نورفلك Norfolk ، ونيوكاليدونيا New Calidonia وشبه جزيرة بابوا Papua . وتمتد كل هـذه المجموعة من الجزر فوق محور ثنية محدبة قديمة العمر الجيولوجى . وفى الوقت الحاضر ، يظهر فوق هذه الثنية المحدبة حاجزان بحريان متوازيان عملا على ضحولة مياه المحيط فى هذه المنطقة . (شكل ١٠٥) .

ويعتقد الجيولوجيون أن القارة الأسترالية تعرضت لعمليات التراجع الخلفى نحو الجنوب الغربى ، وبعدت عن موقعها الأصلى الذى كان يمتـد فى نطاق مجموعة جزر فيجى شرقا ، وسولمون ونيوغينيا شمالا ، وأثناء عمليات التراجع المتتالية ، إنفصلت أجزاء من قارة أستراليا ، وتبعاً لدراسات ماكفيرسون Macpherson عام ١٩٤٦ ، إنفصلت سلاسل جزر نيوكاليدونيا ـ نيوزيلند خلال الزمن الجيولوجى الثانى . وقد أكد بريان Bryan عام ١٩٤٤ ، هذا الرأى ورجح أن جزر نيوكاليدونيا ما هى إلا جزءاً من قارة أستراليا بـل تبعاً لتركيبها الجيولوجى العـــام تعد جزءاً من صخور ولاية كوينزلاند . ويؤكد كل مـن بنسون Benson عام ١٩٢٣ وبريان Bryan عام ١٩٤٤ بأن حركة التراجع الخلفى لأستراليا توقفت عند نهاية الزمن الجيولوجى الثانى .

مناخ المحيط الهادى

تؤثر الظروف المناخية للمحيط الهادى فى تشكيل الحياة النباتية ، والحيوانية التى تتمثل فوق مجموعات الجزر المتناثرة بالمحيط ، والتى يتوقف عليها طبيعة

الإستغلال البشرى للموارد الطبيعية بهذه الجزر . كما أن لإختلاف الخصائص المناخية للهواء الملامس لسطح مياه المحيط أكبر الأثر فى تشكيل الخصائص الطبيعية للمياه السطحية وحدوث حركات التوازن الرأسية للمياه . وتؤثر الظروف المناخية كذلك فى نمو بعض الكائنات البحرية مثل حيوان المرجان الذى ينتشر بالمياه المدارية الدفيئة . هذا إلى جانب أثر فعل الرياح وحدوث الأعاصير فوق المسطحات المائية بالمحيط فى تشكيل حركة الأمواج وسرعتها وإتجاه التيارات البحرية فيه وتحديد مسالكها .

وتبعاً لعظم إتساع المسطحات المائية للمحيط ، وقلة اليابس فيه ، والذى يتمثل فى مجموعات من الجزر المتناثرة المحدودة المساحة جداً بالنسبة لمساحة سطح المحيط العظيم الإمتداد ، فان الموقع الجغرافى لهذه الجزر بالنسبة للدائرة الإستوائية يعد أهم العوامل التى تؤثر فى تشكيل الأقاليم المناخية بجزر هذا المحيط . كما أن لفعل التيارات البحرية الدفيئة والباردة ، أثراً واضحاً فى تشكيل الظروف المناخية على طول سواحل المحيط الهادى التى تمر بجوارها هذه التيارات ، ولإختلاف منسوب جزر المحيط بالنسبة لمستوى سطح البحر (الجزر البركانية العالية - الجزر المرجانية المنخفضة) أثراً واضحاً فى تعديل الظروف المناخية وتنوعها من جزيرة لأخرى .

وتختلف إتجاه الرياح فوق سطح مياه المحيط تبعاً لتنوع مراكز الضغط المرتفع والمنخفض فوق القارات المجاورة خلال فصلى الشتاء والصيف وعلاقتها بتلك التى تتكون فوق سطح مياه المحيط .

حرارة الهواء الملامس لسطح مياه المحيط الهادى

تؤثر عظم مساحة المسطحات المائية للمحيط الهادى فى تشكيل درجة حرارة الهواء الملامس له ، وتميزت جزر المحيط بمناخها البحرى سواء أكانت تقع عند الدائرة الإستوائية أو فى العروض المعتدلة الباردة ، وأصبح أهم ما يميز حرارة الهواء الملامس لسطح هذه الجزر هو قلة المدى الحرارى اليومى والفصلى بحيث لا يتعدى سوى بضعة درجات فهرنهيتية محدودة. ولكن عندما تمر فوق المسطحات المائية للمحيط كتل هوائية قارية (آتية من فوق القارات المجاورة) متنوعة ، قد تؤثر فى تشكيل خصائص الهواء الملامس لسطح مياه المحيط ، إلا أنها غالباً ما تكتسب هى الأخرى بعض الخصائص الطبيعية الجديدة ، حيث تزداد بها نسبة الرطوبة تبعاً لمرورها فوق المسطحات المائية الواسعة (١) .

وقد تبين أن السواحل الغربية للمحيط الهادى ، قارية المناخ نسبياً إذا ما قورنت بسواحله الشرقية . ويعزى ذلك إلى أثر هبوب الرياح الموسمية من أواسط آسيا إلى المحيط المجاور فى فصل الشتاء فيلاحظ أن المدى الحرارى الفصلى لمدينة سان فرنسيسكو على الساحل الشرقى للمحيط (بكاليفورنيا) يبلغ نحو ١٠° ف بينما يبلغ المدى الحرارى الفصلى لمدينة طوكيو باليابان والتى تقع على نفس دائرة عرض المدينة السابقة ولكن على الساحل الغربى للمحيط نحو ٤٠° ف.

ويعتبر عامل البعد عن الدائرة الإستوائية من أهم العوامل التى تشكل درجة حرارة الهواء الملامس لسطح مياه المحيط .وقد تبين أن درجة حرارة الهواء الملامس لسطح مياه المحيط تنخفض بنحو نصف درجة فهرنهيتية كلما بعدنا

---

1 - Freeman, W. (Geography of the Pacific) Wiley, N. Y., (1961).

درجة عرض واحدة شمالا أو جنوباً عن الدائرة الإستوائية . ويبلغ متوسط المدى الحرارى اليومي للهواء الملامس لسطح مياه المحيط نحو ٦° ف، ولا يزيد المدى الحرارى السنوى عن ١٠° ف .

وتتميز درجة حرارة الهـــواء الملامس لسطح مجموعات الجزر الواقعة بالعروض المدارية بالمحيط الهادى بأنها متشابهة طوال فترات السنة المختلفة ، وتتراوح فيما بين ٧٠° ، ٨٠° ف . ويبلـغ المدى الحرارى اليومى فيها نحو ١٠° ف ، ويتراوح المدى الحرارى السنوى من ١° - ٧° ف (يبلغ على اليابس فى نفس العروض نحو ٣٥° ف) . ويقل المدى الحرارى اليومى والسنوى كلما أقتربنا من الدائرة الإستوائية .

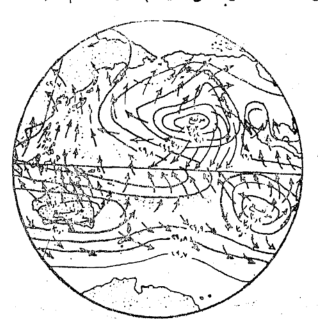
ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة الهواء الملامس لسطح المياه الإستوائية بالقسم الغربى من المحيط الهادى نحو ٨٢° ف ، بينما يبلغ فى القسم الشرقى منه نحو ٧٨° ف . ويبلـغ متوسط درجة حرارة شهر أغسطس للهواء الملامس لسطح جزر جلاباجوس نحو ٧٠° ف بينما تبلـغ فى جزر جيلبرت الواقعة على نفس دائرة العرض ولكن فى غرب المحيط نحو ٨١° ف . وقد تعزى برودة الهواء الملامس لسطح المياه المدارية للقسم الجنوبى الشرقى بالمحيط الهادى إلى أثر تيار بيرو - همبولت البارد .

الضغط والرياح والامطار فى فصل الصيف الشمالى

تبعاً لعظم تساقط الأشعة الشمسية فوق سطح المياه الإستوائية بالمحيط الهادى نجم عن ذلك تتابع عمليات تمدد الهواء الملامس لسطح الماء إلى أعلى، وتكونت

منطقة عظمى من الضغط المنخفض (٢٩٫٨ بوصة) تتمثل فوق المياه طول العام ، وتعرف باسم منطقة الركود أو الرهو الإستوائى doldrums ، وتتميز الرياح في هذه المنطقة الأخيرة بسكونها النسبي وهبوبها بهدوء فى إتجاهات متعددة غير ثابتة .

وفوق المسطحات المائية إلى الشمال وإلى الجنوب من الدائرة الإستوائية ، يتمثل فى هذا الفصل مناطق عظمى من الضغط المرتفع (٣٠٫٣ بوصة) وتتكون تبعاً لهبوط الهواء إلى أسفل ، ومن ثم تخرج منها الرياح نحو مراكز الضغط المنخض الإستوائى من جهة ونحو مراكز الضغط المنخفض فى كل من الأمريكتين شرقاً وآسيا غرباً من جهة أخرى (شكل ١٠٦) . وعلى ذلك تتأثر منطقة الرهو الإستوائى (يتراوح إتساعها من ٢٠٠ – ٤٠٠ ميل) بهبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية (فى النصف الشمالى من المحيط) والجنوبية الشرقية (فى النصف الجنوبى من المحيط) طوال العام . إلا أن نطاق الرياح



(شكل ١٠٦) الضغط والرياح فى الصيف الشمالى بالمحيط الهادى .

يزحزح شمالا خلال فصل الصيف الشمالى أو جنوباً خلال فصل الصيف الجنوبى تبعاً لحركـة الشمس الظاهرية فيما بين المدارين .

ويتأثر إتجاه الرياح التجارية كذلك بحركة دوران الأرض حول نفسها فعند عبورها المسطحات المائية الإستوائية ، تنحرف الرياح على يمين إتجاهها فى النصف الشمالى من المحيط الهادى ، وعلى يسار إتجاهها فى النصف الجنوبى منه . ونتيجة لتمدد الهواء إلى أعلى فى منطقة الركود الإستوائى . بالإضافة إلى عظم كمية التبخر ، ترتفع نسبة الرطوبة بالجو ، وتؤدى إلى سقوط أمطـار تصاعدية غزيرة ، وحدوث عواصف الرعد الشديدة .

وسواء أكانت الرياح التجارية شمالية شرقية أو جنوبية شرقيـة ، فكليهما غير متشابه تمامـاً من حيث الخصائص الطبيعية ، ذلك لأنها قد يختلفـان من حيث درجة الحرارة ، والسرعة ، أونسبة الرطوبة ، وكثافة الهواء بها . وعلى ذلك قد ينجم عن عدم تجانس الرياخ التجارية ، اختفاء منطقة الركـود الإستوائى ، حيث تتجه الرياح التجارية الباردة نسبياً والتى تتميز كتلة هوائها بأنها أعظم كثافة ، الى أسفل كتلة هواء الرياح التجارية الأكثر دفئـاً ، والأقل كثافة ، وبذا تندفع الأخيرة الى أعلى وتؤدى الى زيادة نسبة الرطوبة فى الجو . وتساهم هذه الظروف بدورها على تكوين الأعاصير المحلية الضعيفة الى أنها تسبب فى تساقط كميات كبيرة من الأمطار . وتعرف منطقة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية بالرياح التجارية الجنوبية الشرقيه باسم الجبهة المدارية Intertropical Front . وتتمثل هذه الجبهة خلال فصل الصيف الشمالى حول دائرة عرض ١٠° شمالا فى الجزء الغربى من المحيط الهادى . (شكل ١٠٦)

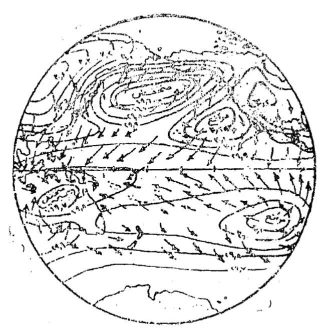
وإلى الشمال من الدائرة الإستوائية تنحرف الرياح التجارية الجنوبية الشرقية على يمين إتجاهها (بفعل دوران الأرض حول نفسها) وتصبح جنوبية غربية ويطلق عليها اسم الرياح الموسمية ، ويسود هبوبها على جزر الهند الشرقية وعندما تقترب الرياح من الساحل الشرقى لآسيا تنحرف مرة ثانية نحو الغرب وتصبح جنوبية شرقية وذلك تحت تأثير منطقة الضغط المنخفض العظمى التى تتمثل فوق قلب القارة الأسيوية فى هذا الفصل (شكل ١٠٦) . وتسقط الرياح الموسمية كميات كبيرة من الأمطار على طول الساحل الشرقى لآسيا ، وتقل كمية الأمطار كلما إتجهت الرياح نحو داخل القارة .

وعلى طول بعض أجزاء من السواحل الغربية للأمريكتين ، والساحل الغربى لأستراليا تهب الرياح الغربية أو العكسية من مراكز الضغط المرتفع المدارية وتتجه من الغرب إلى الشرق ، وتسقط أمطارها على الساحل الغربى لأمريكا الشمالية إلى الشمال من دائرة عرض ٣٥° شمالا ، وعلى السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية وأستراليا إلى الجنوب من دائرة عرض ٣٥° جنوباً .

الضغط الرياح والامطار فى فصل الشتاء الشمالى

لا تختلف مناطق الضغط كثيراً فوق المسطحات المائية للمحيط الهادى خلال الشتاء الشمالى عن تلك فى فصل الصيف الشمالى ، اللهم إلا فى أعالى الجزء الشمالى من المحيط حيث تتكون منطقة واسعة من الضغط المنخفض بدلا من الضغط المرتفع الذى يتمثل فى هذه المنطقة خلال فصل الصيف الشمالى (شكل ١٠٧) . ويعزى ذلك إلى الفرق الكبير بين درجة حرارة الهواء الملامس لسطح اليابس (آسيا وأمريكا الشمالية) ودرجة حرارة الهواء الملامس لمياه

المحيط خلال فصل الشتاء . فحيث يكتسب اليابس الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة كذلك ، صار الجزء الشمالى الشرقى من آسيا من أبرد أجزاء العالم



(شكل ١٠٧) الضغط والرياح فى الشتاء الشمالى بالمحيط الهادى .

خلال فصل الشتاء . ويتكون فوقه منطقة عظمى من الضغط المرتفع فى حين يتمثل على مياه المحيط فى هذا الفصل مركز للضغط المنخفض : على ذلك تهب الرياح التجارية الشمالية الشرقية فى النصف الشمالى للمحيط والجنوبية الشرقية فى النصف الجنوبى منه ، أى من مراكز الضغط المرتفع فوق المياه المدارية إلى مراكز الضغط المنخفض العظمى الإستوائية . ولكن تتزحزح نطاقات الرياح إلى الجنوب نسبياً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية ، وتعامدها فى هذا الفصل (الشتاء الشمالى) على مدار الجدى .

وعلى السواحل الغربية للقارات تخرج الرياح العكسية من مناطق الضغط المرتفع المدارية ، وتهب على السواحل الغربية للأمريكتين وقارة أستراليا ،

إلا أن مناطق هبوبها ينحصر فى هـذا الفصل على الساحـل الغربى لأمريكا الشمالية فيما بين دائرتى عرض ٢٠° — ٣٨° شمالا ، بينما تنحصر منـاطق هبوبها على الساحل الغربى لأستراليا وأمريكا الجنوبية فيما بين ٣٠° — ٤٠° جنوباً . (تتزحزح نطاقات هبوب الرياح تبعاً لحركة الشمس الظاهرية) .

أما الرياح الموسمية ، فتخرج من اليابس من مناطق الضغط المرتفع خـلال فصل الشتاء الشمالى ، وتتجه صوب مراكز الضغط المنخفض فوق مياه المحيط (شكل ١٠٧) . ولا تسقط هذه الرياح أمطاراً غزيرة على الساحـل الشرقى لآسيا إلا بعد أن تعبر المسطحات المائية وينحرف إتجاهها صوب اليابس المجاور وهنا تسقط بعض الأمطار الشتوية كما هو الحـــال على السواحل الجنوبية للصين والساحل الشرقى لهضبة الدكن ، والساحل الشمالى لأستراليا .

ويلاحظ أنه يصعب تمييز فصل ممطر معين خـلال السنة بالنسبة لبعض المجموعات الجزرية التى تقع فى المياه الإستوائية بالمحيط الهادى وتتأثر بالرياح التجارية ، ذلك لأن الأمطار تسقط فوقها بغزارة طول العـام . أما بالنسبة للجزر التى تتأثر بالرياح الموسمية فيلاحظ أن أغزر الفترات مطراً هو فصل الصيف ، ولكن تجـدر الإشارة إلى أن الرياح الموسميـة الشتوية إذا ما عبرت مسطحات مائية واسعة ، ثم اصطدمت بحافات جبلية فوق الجزر المحيطة (كما هو الحال فوق شمال وشرق جزر الفلبين ، والساحل الجنوبى للصين ، وجزر إندونيسيا ، وجزيرة نيوغينيا) ، فتسقط الرياح أمطاراً غزيرة . وتعظم كمية الأمطار الساقطة على طول السفوح الجبلية المواجهة لإتجاه الرياح التجـارية والموسمية ، بينما تقل الأمطار الساقطة فى مناطق ظل المطر . ويعزى سقوط الأمطار فى النصف الشرقى من المحيط الهادى إلى أثر الرياح التجارية والعكسية وفى النصف الغربى منه تسقط الأمطار بفعل الرياح الموسمية .

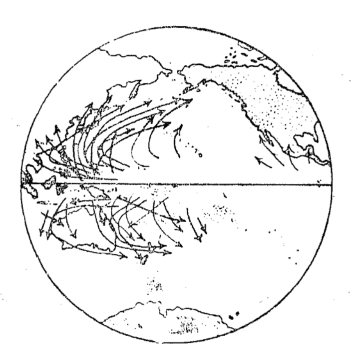
وتبعاً لتأثير الزحزحة الفصلية للجبهات المدارية يلاحظ أن فترة أعظم سقوط المطر فى ميكرونيزيا Midronesia ، وبعض الجزر المجاورة لها إلى الشمال من الدائرة الإستوائية تتمثل فى فصل الصيف الشمالى (من يوليو إلى أكتوبر) بينما تتمثل أعظم فترات سقوط المطر فى النصف الجنوبى من المحيط الهادى إلى الجنوب من الدائرة الإستوائية فيما بين نوفمبر - أبريل (الصيف الجنوبى) هذا ويلاحظ أن نسبة الرطوبة مرتفعة فى الجو طوال العام بمناطق الرهو الإستوائى ويعظم إرتفاعها كذلك فى مناطق الرياح الموسمية خاصة فى فصل الصيف حيث تتراوح من ٨٠ ـ ٩٠ ٪ ، وتقل نسبتها فى مناطق الرياح التجارية

الأعاصير المدارية فى المحيط الهادى

يمكن القول بأنه يحدث نحو ١٣٠ أعصاراً مدارياً فى العام فوق المسطحات المائية المدارية وشبه المدارية بالمحيط الهادى . ولا ينجم عن هذه الأعاصير إزدياد كمية الأمطار الساقطة فقط ، ولكنها تسبب كذلك خسائر جسيمة بالمناطق التى تهب عليها . وتسمى الأعاصير بأسماء محلية مختلفة ، فتعرف بالتيفون Typhoons على طول سواحل الصين ، والهركين Hurricanes فى القسم الشرقى من المحيط الهادى ، والويلى ويلى Willoy Willey على طول الساحل الشرقى لأستراليا (شكل ١٠٨) .

وتتنوع الأعاصير المدارية من أعاصير عظمى هائلة وأخرى بسيطة محدودة التأثير . وعلى ذلك يختلف إتساع مجالها الذى تؤثر فيه من ٣٠٠ ميل إلى عدة أميال معدودات. وتنشأ الأعاصير المدارية فيما بين دائرتى عرض ١٠°، ٢٠° شمالا وجنوباً ، وتتجه عادة نحو المناطق المدارية إلى أن تضعف قوتها

وتتلاشى بعد ذلك . وعندما تصل الأعاصير المدارية إلى نطاق العروض الوسطى ، تنحرف نحو الشرق تبعاً لحركة دوران الأرض حول نفسها ، وتندفع مع الرياح الغربية وهنا تعرف باسم الإنخفاضات الجوية [1] .



(شكل ١٠٨) مسالك الأعاصير والهريكين في المحيط الهادى .

وتسبب الأعاصير خسائر فادحة لسكان جزر المحيط الهادى حيث ينجم عن حدوثها إنهيار المنازل ، وقلع الأشجار ، وهلاك النباتات ، وسقوط ثمار الأشجار . هذا إلى جانب أثرها فى تشكيل حالة البحر ، وإرتفاع الأمواج . وقد ترتفع الأمواج إرتفاعاً هائلا (نحو ٤٥ قدم فوق مستوى سطح البحر) وعلى ذلك تجرف الأمواج كل ما يقف فى طريقها وتدفعه إلى البحر . ويشتد

---

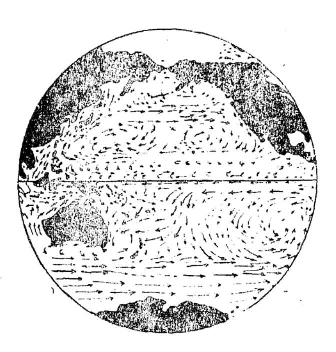
(١) حسن أبو العينين ، « آسيا الموسمية ، وعالم المحيط الهادى » ــ بيروت ــ عام ١٩٦٧ ــ الطبعة الثالثة ــ الاسكندرية ١٩٧٦ .

فعل الأمواج ، فوق الجزر المرجانية المنخفضة، فعند حدوث الأمواج العالية التى تتلاطم على جوانب هذه الجزر ، سرعان ما يتسابق الأهالى الأشجار العالية ، ويربطون أنفسهم بها ، حتى لا تجرفهم الأمواج الشديدة إلى البحر . وقد تسبب الأعاصير سقوط كميات غزيرة من الأمطار (نحو ٢٠ بوصة) فى أقل من ٢٤ ساعة . فقد سقط نحو ٢٦ بوصة من الأمطار فوق جزيرة هيكو Haiku فى أقل من ساعتين فى يوم ١٦ يناير ١٩٤٩ كما سقط على كوينزلاند بأستراليا نحو ٦٣ بوصة من المطر فى ثلاثة أيام متتالية عام ١٩٥٢ .

وعلى الرغم من أن مناطق الرهو الإستوائى تقع خارج نطاق الأعاصير المدارية إلا أنه فى بعض الأحيان قد تتأثر بهبوبها . فقد دمرت أعاصير يوم ٥ ديسمبر عام ١٩٢٧ المنازل فوق جزيرة جيلبرت Gilbert (٣° شمالا) . وبلغت سرعة الرياح نحو ٩٠ ميل فى الساعة . كما تأثرت جزر مارشال (٦° شمالا) بالهركين يوم ٣٠ يونيو ١٩٠٥ ، وتعرضت الأمواج عالية بلغ إرتفاعها ٤٦ قدم .

وتتأثر المياه السطحية بالمحيط الهادى بالتيارات البحرية السطية التى تشكل الرياح الدائمة نظام مسالكها . وأهم هذه التيارات تلك المعروفة باسم التيار الإستوائى الشمالى الذى يتجه من الشرق إلى الغرب ثم ينحرف شمالا مجاوراً للساحل الشرقى لآسيا ، ويعرف هنا بتيار كورسيفو الدفىء Kuro Sivö وعند جزر اليابان يلتقى هذا التيار بتيار آخر بارد يعرف بتيار كوريل البارد ثم ينحرف التيار عند دائرة عرض ٤٠° نحو الشرق (مع اتجاه الرياح الغربية) حتى يصل إلى السواحل الغربية لأمريكا الشمالية . أما عند الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية فيتشعب

التيار إلى قسمين ، أحدهما يتجه شمالا ويعرف باسم تيار ألسكا الدفىء والآخر ينساب جنوباً ويعرف بتيار كاليفورنيا البارد الى أن يلتقي بالتيار الإستوائي الشمالى (شكل ١٠٩) .



(شكل ١٠٩) حركة التيارات البحرية السطحية فى المحيط الهادى .

أما فى النصف الجنوبى من المحيط فينساب التيار الإستوائي الجنوبى من الشرق الى الغرب ثم ينحرف جنوباً بعدأن يصطدم بجزر الهند الشرقية ويعرف بتيار شرق أستراليا على طول الساحل الشرقي لهذه القارة . ويتجه هذا التيار نحو الشرق عند دائرة عرض ٤٠° جنوباً (مع اتجاه الرياح الغربية) ، الى أن يصطدم بالطرف الجنوبى لقارة أمريكا الجنوبية . ويعرف التيار هنا باسم تيار همبولت أو بيرو البارد ، وينساب مجاوراً للساحل الغربى لأمريكا الجنوبية الى أن يتصل بالتيار الإستوائى الجنوبى .

تعد دراسة الكائنات الحية فوق جزر هذا المحيط وكيفية إنتشارها ، من الموضوعات العلمية الطريفة ، تبعاً للعزلة النسبية لمجموعات جزر المحيط الهادى وإنفصالها عن اليابس المجاور بمسطحات مائيــة واسعة . ويرجح العلماء أن إختلاف منسوب سطح البحر فى عصر البلايوستوسين عما هو عليه فى الوقت الحاضر من أهم العوامل التى ساعدت على إنتشار هـذه الكائنات بجزر المحيط فنتيجة لإنخفاض منسوب سطح البحر بنحو ٣٠٠ قدم عما هـو عليه اليوم ، تكونت المعابر الأرضية الـــتى ربطت بعض مجموعات الجزر باليابس المجاور وكان من السهل على الحيوانات المختلفة الإنتقال من موقع إلى آخر . كما قد تعمل الرياح، والأمواج ، والتيارات البحرية على نقل الأحياء النباتية والبذور (خاصة تلك التى لا يتأثر نموها بمياه البحر) من جزيرة إلى أخرى ويلاحظ أن عدد العائلات النباتية والحيوانية فوق جزر المحيط الهادى قليل جداً إذا ما قورن بعددها فوق القارات ، كما يقل عدد هذه العائلات تنوعاً ، كلما بعدنا عن سواحل القارات وإتجهنا صوب المحيط .

وتعد عملية إنتشار الكائنات الحية من أرض اليابس إلى الجزر المحيطية عملية مركبة ،وقد تتم فى مراحل مختلفة متعاقبة . فقد تنقل بعض هذه الكائنات فجائياً أو تدريجياً تبعاً لطبيعة عملية إنفصال الجزر عن اليابس المجاور ، أو بواسطة هجرة الحيوانات من القارات إلى هذه الجزر بعد عبورها المعابر الأرضية . وقد يساهم الإنسان ، والرياح ، والتيارات البحرية ، والأمواج ، والطيور المحبة للهجرة على نقل بعض الكائنات النباتية والحيوانية من مـكان إلى آخر . وقد تعرضت الكائنات الحية فوق الجزر المحيطية النشأة لعمليات التطور تبعاً للظروف الطبيعية بالبيئة الجديدة . وكلما كانت الجزر قديمة النشأة،

تتنوع فيها العائلات الحيوانية والنباتية بعكس الحال إذا كانت الجزر جديثة النشأة . وقد يظهر بهذه الجزر كذلك كائنات خاصة محلية endamic species , نتجت تبعاً لظروف البيئة المحلية لهذه الجزر .

(أ) العائلات النباتية :

تتمثل فوق جزر المحيط الهادى بيئات جغرافية مختلفة ، لكل منها عائلاتها النباتية الخاصة تبعاً للخصائص الطبيعية لهذه البيئات . وتنتشر على سواحل جزر المحيط الهادى مجموعات من الأشجار والحشائش والأعشاب ، التى من السهل أن تطفو بذورها فوق مياه البحر المالحة لمسافات بعيدة (اذا ما سقطت فى مياه البحر) دون أن تفقد قدرتها على النمو والإنبات من جديد . وتختلف كثافة النباتات فوق جزر المحيط الهادى تبعا لكمية الأمطار الساقطة ونوع التربة . وعلى سبيل المثال نلاحظ عظم كثافة الغطاءات النباتية فوق جزيرة بالميرا Palymra تبعاً لسقوط كميات غزيرة من الأمطار فوقها ، بينما لا يتمثل فوق جزيرة كانتون Conton Is سوى بعض الشجيرات المتباعدة تبعاً لقـلة كمية الأمطار الساقطة فوقها . بينما قـــد تظهر غابات المانجروف على طول سواحل بعض الجزر المتناثرة بالمياه المدارية بالمحيط الهادى كما يبدو على بعض أجزاء من سواحل جزيرة ترك Truk .

وقد أوضح الأستاذ فريمان Freeman [1] بأنه يتمثل فوق جزر المحيط الهادى نحو خمسين عائلة نباتية . ويعظم تنوع عائلاتها فى القسم الغربى عنه

1 — Freeman, O. W., (Geography of the Pacific), Wiley 1961, p. 37.

بالقسم الشرقي (تبعاً لانتشار الجزر المحيطية) . كما تقل كثافة النباتات فوق الجزر المرجانية ذات التربة الجيرية العظيمة المسامية، تبعاً لتسرب المياه السطحية إلى جوف الصخور . بينما تتنوع العائلات النباتية فوق الجـــزر البركانية المرتفعة المنسوب ، وتختلف كثافة الغطاءات النباتية وأشكالها تبعاً لإرتفـاع أجزاء الجزيرة بالنسبة لسطح البحر [1] .

(ب) العائلات الحيوانية

تقل مجموعات العائلات الحيوانية فوق جزر المحيط الهادى إذا ما قوزنت بتلك التى تتمثل فوق اليابس المجاور بل من النادر أن يتمثل فوق بعـض الجزر البركانية المحيطية النشأة حيوانات ثديية mammals ، اللهم إلا بعض الكائنات التي تستطع الطيران وتقوم بالهجرة الفصلية من مكان إلى آخر ، بالإضافة الى بعض الثدييات البحرية (مثل عجول البحر) وبعض الحيوانات الثديية الأخرى التى عمل الإنسان على نقلها مثل الخنازير ، والفيران والأرانب والماشية ، والأغنام .

أما بالنسبة لمجموعات الجزر التى انفصلت عن القارات المجـاورة لها ، مثل نيوزيلند ، ونيوغينيا ، وأستراليا ، وجزر الهند الشرقية ، فقد وجد فوقهـا أعداد غفيرة من الحيوانات الكيسية الأولية primative marsupials ، مثل الكانجرو . هذا بالإضافة الى السحالى Lizards ، والسحـالى العظيمة الحجم monitor lizards والطيور ، والثدييات المائية ، والفـــيران ، والخفاش ،

(١) حسن أبو العينين ، « آسيا الموسمية ، وعالم المحيط الهادى ـ بيروت عام ١٩٦٧ ـ الطبعة الثالثة ١٩٧٦

والحيوانات الأرضية القارضة land reptiles ، والبرمائيات Amphilians ،
وتنتشر الزواحف بجزر نيوغينيا ، وساموا ، وفيجي ، وسولمون .

(ج) الطيور والحشرات

تعد الطيور واسعة الإنتشار تبعاً لسهولة إنتقالها من جزيرة إلى أخرى ، ومن ثم تميزت مجموعاتها فى هذه البيئة بأجنحتها القوية . وقد ساهمت الطيور المحبة للهجرة Migratory Birds على إدخال أنواعاً جديدة مـن الكائنات النباتية وبذور الفواكه إلى بعض الجزر المحيطية . وتمثـــل الطيور أغلبية الفقريات فوق مجموعات جزر المحيط الهادى ، ويعظم إنتشارها فـوق الجزر المأهولة بالسكان .

ومن بين الطيور الهامة بجزر المحيط الهادى القادوس البحرى Albatross، والنورس البحرى Gull ، والكورمورانت Cormorants ، والبوبيز Boobies والبترل Petrels ، والكيرلو Curlew ، والبط الطائر Ducks ; وتنتشر الطيور البرية كذلك فوق الجزر البركانية العالية ومنها «طيور الجنة» والببغاء ، Parrots ، والكوكاتو Cockatoos ، وعصفور السنونو Swallows ، والحمام، وذو المنقار القرنى Hornbills .

ويتمثل فـوق جزر المحيط الهادى مجموعات متنوعة من الحشرات تزيد عائلاتها عن ١٠٠٠٠٠ عائلة مختلفة . ومن أعظمها إنتشاراً حشرات الملاريا Anopholes خاصة في نيوغينيا ، ونيوبريتان ، وسولمون ، ونيوهبريدز . وتنتشر حشرات الحمى الصفراء Andes Aegypti فى معظم جزر اندونيسيا وفي جزر ميلانيزيا ، ونيوغينيا . هـذا إلى جانب انتشار الحشرات اللاسعة Stinging flies وتلك السامة poisonous centipedes فى معظم الجزر .

قبل الاحتلال الأوربى لجزر المحيط الهادى ، كان سكان جزره يعملون بالصيد البحرى والزراعة البدائية المتنقـــلة . وعلى الرغم من أنهم كانوا يستخدمون أدوات بسيطة عند قيامهم بهذه الحرفة الأخيرة ، الا أنهم نجحوا فى تشييد التجمعات القروية التى تعتمد ذاتياً على منتجاتها المحلية : وقد عرف سكان الجزر الكبيرة المساحة زراعة الأرز ، وعلى الرغم من انتشار زراعة الكومارا Kumara (التى تمثل الغذاء الرئيسى للسكان) والساجو Sago palm واليام Yams (نباتات تشبه البطاطا الكبيرة الحجم) ، والتــارو Taro بجزر المحيط الهادى ، الا أن لجوز النخيل Coconut palm الأهميـــة الكبرى فى حياتهم الاقتصادية . وتمثل الكوبرا Copera (جوز الهنـد المبشور) أهم صادرات معظم جزر هذا المحيط . كما يعد « لبن جوز النخيـل » المشروب الوحيد للسكان فوق الجزر المرجانية والتى نادراً ما تحتوى على مياه عذبة . ويستخدم زيت جوز النخيل فى أغراض متنوعة وأهمها الطهى ، بل وتستغل قشرته الخارجية كأوعية لطهى الطعام ، كما تستغل أليـــاف وزعف جوز النخيل فى صنع الحبال والحقائب والشباك والقبعات والملابس . وعلى ذلك تعد شجرة جوز النخيل عصب الحياة فى جزر المحيط الهادى .

وتعد مقومات الإنتاج الإقتصادى فوق الجزر المرجانية بالمحيط الهادى محدودة للغاية تبعاً لفقر التربة الجيرية وقلة المياه العذبة ، وتعرض هذه الجزر المنخفضة المنسوب لأمواج البحر العالية ، وقد يعمـل السكان هنـا بالصيد البحرى أو جمع الثمار إلى جانب قيامهم بالزراعة البدائية المتنقلة ، خاصة إذا ما توفرت التربة التى تكثر بها المواد العضوية النـاتجة عن تجمع مخلفـات

الطيور (جوانو) . ولكن بعد أن عبر ماجلان هـذا المحيط عام ١٥٢١ م ، وبعد أن وصلت الهجرات الأوربية إلى مجموعات هذه الجزر ، تغيرت ملامح الإنتاج الإقتصادى ، وعرفت الزراعة العلمية الواسعة ، وتحسنت عمليـــات الإستغلال المعدنى لصخور جزر المحيط ، كما ظهرت فى الأفق الدولى الأهمية الإستراتيجية لبعض هذه الجزر .

ومع ذلك فلم يكن هذا التغير فى صالح السكان الأصليين لجزر هذا المحيط ، بل كان فى مصلحة المهاجرين الجدد الذين عملوا على إستغلال المواد الأولية لتصديرها إلى المناطق الصناعية بأوربا وقد استعان الأوربيون بالجنس الأصفر فى بعض الأعمال الإنشائية والزراعية . ومن ثم ظهر التطـاحن والصراع بين الأجناس البشرية المختلفـة . وكان على السكان الأصليين بالمحيط الهـادى تقبل هذه الحياه الأوربية الجديده ، ونسيان حياتهم البدائية الأولى وإغفالها ، وإن لم يستطيعوا التلاؤم مع الظروف الإجتماعية والإقتصادية للبيـــئة الجديدة ، كان مصيرهم العزلة أو الهلاك . وعلى ذلك قضى على أعداد كبيرة من السكان الأصليين ببعض جزر المحيط الهادى مثل سكان تسمانيا ، وسكان أسـتراليا الأصليين ، بينما قبل بعضهم هـذه الحياة الأوربية أو الأمريكية الجديدة مرغمين ، وذلك مثل سكان فيجى وهاواى .

وكما سبق الذكـــر ، فان للمسطحات المائية الهامشية الواقعـــة بجوار السواحل الشرقية والغربية للمحيط الهـادى فى الآونة الحديثة أهميـة إقتصادية عظمى . فمن المعلوم أن أعظم مناطق الصيد البحرى فى العالم كانت تتمثل فى المحيط الأطلسى الشمالى وبمياه جزر اليابان . وتبعاً لعمليات الصيـد غير المنظمة فى بحر الشمال ، ومياه الجراند بانك ، ونيوفوندلاند تحولت مناطق الصيد العظمى تدريجياً إلى المحيط الهادى . ومن ثم أصبحت مياه خليج

ألسكا ومياه ساحل بيرو والمياه الإقليمية لجزر اليابان أعظم مناطق الصيد البحرى فى العالم . وقد عنيت الولايات المتحدة الأمريكية على إستغلال المعادن المختلفة بقاع المحيط ، وإهتمت باجـــراء البحوث العلمية حتى يمكن إستخراج هذه المعادن وإستغلالها إقتصادياً . وقد أثبتت نتائج الدراسات الجيولوجية أن قاع المحيط تنتشر فوقه مجموعات متنوعة من هذه المعادن الهامة (النيكل ــ الحديد ــ والكوارتز ــ والفلسبار ــ والمنجنيز) . وقـد تمت عملـــيات المسح السيسموجرافى للنصف الجنوبى لقاع المحيط الهادي ، ويوضح شكل ١١٠ ، التوزيع الجغرافى للفلسبار ومشتقاته الأخرى فوق قاع المحيط الهادى .



(شكل ١١٠) توزيع المناطق الرئيسية لوجود الفلسبار فوق قاع المحيط الهادى .

وقد أكدت الدراسات الجيولوجية (التى أعتمدت على فحص الصور الفوتوغرافية الخاصة بالأعماق البعيده) ، وجود مجموعات هائلة من العقد المنجنيزية فوق قاع المحيط الهادى بالأعماق البعيدة (أبعد من ١٠٠٠٠ قدم ــ

لوحة ٢٤) . وعلى ذلك يحسن أن نشير إشارة سريعة إلا مــدى إستغلال جزر المحيط الهادى وقاعه فى عمليات التعدين فى الوقت الحاضر .

الانتاج المعدنى

أكدت نتائج الدراسات الجيولوجية وجود مجموعات مختلفة من المعادن بجزر المحيط الهادى ، وفوق قاعه . والتى يمكن استغلالها (بل ويستغل بعضها فى الوقت الحاضر) استغلالا اقتصادياً، فتنتشر الرواسب والعروق المعدنية فى الصخور النارية خاصة قارة أستراليا ، وجزر اندونيسيا ، والفلبين ونيوزيلند ، ونيوغينيا : كما يوجد الفحم فى أستراليا ، وعثر على خزانات البترول فى صخور جزر بورنيو ، وجاوه وسومطره .

ويعد معدن الفوسفات ، المعدن الوحيد الذى يستغل فوق بعض الجزر المرجانية النشأة استغلالا اقتصادياً . ويتكون صخر الفوسفات هنا تبعاً لتداخل الجير المستخلص من الصخور المرجانية ، وأكسيد الفوسفوريك ، ويستخدم كسماد هام لتحسين نسيج التربة فوق الأجزاء السهلية من الجزر . ويتمثل أهم مراكز إنتاج الفوسفات فى جزر نوارو Nauru وأوشن Ocean وكريسماس Chritmas ، وبلغت كمية انتاج هذه الجزر الأخيرة عام ١٩٦٠ ، نحو ١٠ ٪ من الإنتاج العالمى الذى بلغ نحو ٢٨ مليون طن . كما يوجد فوق بعض هذه الجزر كميات هائلة من الأسمدة الطبيعية الناتجة تبعاً لتجمع مخلفات الطيور البحرية المهاجرة وقد تظهر هذه الرواسب على شكل فرشات هائلة من الرواسب تغطى أسطح الجزر ، وتعرف محليا باسم جوانو guano [1] .

(١) اسم « جوانو » أسبانى الأصل ، ويطلق على مثل هذه الأسمدة العضوية بأمريكا الجنوبية اسم هوانو Huano

وحيث تستخدم هذه الرواسب كأسمدة طبيعية تستغل فى تحسين التربة وضعت الولايات المتحدة الأمريكية يدها على نحو سبعين جزيرة صغيرة المساحة بالمحيط الهادى فى الفترة من عام ١٨٦٨ - ١٨٨٠، لاستغلالها كمصدر هام للسماد الطبيعى (جوانو) .

التجارة والنقل فى المحيط الهادى

تكاد تقتصر معظم المواد والسلع التجارية التى تنقل عبر المحيط الهادى على أساس تلك السلع التى تتبادل بين الجانبين الشرقى والغربى للمحيط . ومن ثم يعد جزء كبير من هذه التجارة عبارة عن تجارة عابره أو إنتقالية بين القارات التى تقع على جانبى المحيط Inter-continental Trade . ولا تساهم التجارة المحيطية Oceanic Trade (أى تبادل السلع التجارية بين الجزر المختلفة بالمحيط) إلا بجزء بسيط جداً من حجم هذه التجارة . وكان لموقع الولايات المتحدة على الجانب الشرقى للمحيط، وموقع اليابان وجزر الهند الشرقية وأستراليا على الجانب الغربى منه، أثره الكبير فى إزدهار حركة النقل والتجارة عبر هذا المحيط [1] .

التجارة بين القارات التى تقع على جانبى المحيط الهادى

Inter-continental Trade

تعتبر الولايات المتحدة الامريكية محور الإرتكاز التجارى الهام فى هذا المحيط . ويعزى ذلك لعظم إنتاجها وتنوعه، ثم ضرورة تصريف هذه

(١) حسن أبو العينين، « آسيا الموسمية، وعالم المحيط الهادى » بيروت ١٩٦٧ ـ الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

المنتجات من ناحية ، واستيراد بعض المواد الخام اللازمة لصناعاتها من ناحية أخرى . أما على طول السواحل الغربية للمحيط الهادى ، فهناك دولتان صناعيتان هامتان ، وهما اليابان وأستراليا . ويعتمد الإنتاج الصناعى فى اليابان على أساس رخص الأيدى العاملة ، ولكن تحتاج الصناعة اليابانية إلى ضرورة توفير المواد الخام واللازم إستيرادها من الدول الأخرى المجاورة لها . أما بالنسبة للانتاج الصناعى بأستراليا فمن السهل أن تتوفر له المواد الأولية . ولكن يلزمه فى نفس الوقت الأيدى العاملة الرخيصة والأسواق الكبرى لتصريف الإنتاج .

وتتمثل أهم المنتجات التى تصدرها الولايات المتحدة إلى دول المحيط الهادى فيما يلى : —

ا — العربات والسيارات والجرارات .

ب — الآلات الميكانيكية , والأدوات الكهربائية وتلك اللازمة للصناعات المختلفة .

بينما تتلخص أهم الموارد التى تستوردها فيما يلى : —

ا — المواد الأولية الخام من المناطق الزراعية المدارية والإستوائية .

ب — بعض المواد الخام التعدينية ، والتى لا تنتج بكميات كبيرة بالولايات المتحدة الأمريكية ، حتى يمكن سد حاجة الصناعات الأمريكية من هذه المواد .

وتعد المواد الأولية الأسيوية هامة جداً بالنسبة للصناعات الأمريكية . وقد قدر أن من كل ١٠٠ سلعة تستوردها الولايات المتحدة الأمريكية من الخارج

نحو ٩٥ سلعة منها تستورد من شرقي آسيا وأن نحو ٣٣ سلعة من هذه السلع المستوردة من شرقي آسيا ، تعد مواداً أساسية للصناعات الأمريكية [1] .
وحيث يتركز النطاق الصناعي الأمريكي العظيم بالجزء الشمالي الشرقي بالولايات المتحدة الأمريكية ، فينتقل جزء كبير من هذه التجارة عبر قناة بنما ، ومنها شمالا إلى النطاق الصناعي العظيم . أما تلك المواد التي تستوردها الولايات المتحدة الأمريكية من جزر إندونيسيا والملايو ، فهذه تصل إليها عن طريق المحيط الهندي ، وقناة السويس والمحيط الأطلسي حتى يسهل تصريفها بالأجزاء الصناعية من النطاق الصناعي العظيم في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية .

كندا : تشابه كندا ، الولايات المتحدة الأمريكية من حيث عظم إنتاجها الصناعي ، وإرتفاع مستوى المعيشة فيها تبعاً لارتفاع الدخل السنوي لأفراد شعبها . وكان من الضروري أن تبحث كندا عن أسواق خارجية كبرى إلى جانب أسواقها الداخلية المحلية حتى يتيسر لها تصريف منتجاتها الزراعية والصناعية . ويلزم للصناعة الكندية كذلك إستيراد بعض المواد الأولية ، والتي أهمها الحديد الخام ، وبعض المواد التعدينية الأخرى ، وبعض المواد الغذائية .

دول أمريكا الجنوبية : - تشترك هذه الدول بجزء ضئيل من هذه التجارة القارية عبر المحيط الهادي . وتقوم دول أمريكا الجنوبية بتصدير النترات

---

1 - Gunther, Stein, (American Business with East Asia:) U. S. Paper No. 3 loth Conference of the Institute of Pacific Relations., New York, 1947,

والنحاس وخام الحديد، حيث تنقل هذه المواد عبر طريق قناة بنما ومنها الى السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية ، بينما ينقل بعضها الآخر عبر المحيط الأطلسى مباشرة ومنه الى الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا . ونادراً ما تعبر هذه البضائع المحيط الهادى الى سواحل آسيا الشرقية أو أستراليا .

الصين الشعبية : ـ كانت حجم التجارة الخارجية للصين الشعبية فيما قبل الحرب العالمية الثانية صغيرة جداً بالنسبة لمواردها الطبيعية وعدد سكانها ، وأن نحو ٨٠ ٪ من الأيدى العاملة فيها كانوا يشتغلون بالزراعة ومن ثم تعد قدرتهم الشرائية محدودة جداً . وقد اعتادت الصين الشعبية خلال فترات ماقبل الحرب العالمية الأخيرة استيراد الأرز والسكر والمنسوجات القطنية والبترول والحديد والصلب والأدوات الميكانيكية والسفن . أما صادراتها فكانت تتمثل فى بعض المنتجات الزراعية ، والحرير ، والزيوت ، وفول الصويا . وخلال هذه الفترة كانت الولايات المتحدة الأمريكية تصدر الى الصين الشعبية مايقرب من ٢٠ ٪ من حجم واردات الأخيرة ، وتستورد فى نفس الوقت أكثر من ٢٠ ٪ من حجم صادرات الصين الشعبية . وقرب انتهاء الحرب العالمية ازداد حجم التبادل التجارى بين الصين الشعبية والولايات المتحدة الأمريكية حتى أصبحت الأخيرة تصدر الى الصين نحو نصف ما تستورده الصين . وبمجىء عام ١٩٤٩ أضمحلت العلاقات التجارية بين البلدين ، وما زالت كذلك حتى الوقت الحاضر تبعاً للظروف السياسية الجديدة ، وتحول الصين الى بلد شيوعية .

هونج كونج : تعتبر هونج كونج الواقعة أمام ساحل مدينة كانتون الصينية مستعمرة بريطانية وخلال فترات الإستقرار السياسى وجدت التجارة

فى هونج كونج ظروفاً مناسبا لتقدمها وإزدهارها أكثر من تلك التى واجهتها الصين نفسها . وتعد هونج كونج إحدى الموانى العالمية الهامة ، ذلك لأنها تستقبل السفن المتجهة شمالا إلى الصين واليابان، وتلك الآتية من الشمال ومتجهة جنوبا وغرباً نحو الهند ودول أوربا .

اليابان : قبل الحرب العالمية الثانية بنحو ٧٥ عاماً ، إستطاعت اليابان أن تحول إقتصادها من الإنتاج الزراعى (الذى كان يكفى حاجتها الذاتية) إلى الإنتاج الصناعى ، وأن توجه عنايتها الكبرى إلى التجارة الدولية .

وحيث يتمثل فى اليابان قليل من الخامات المعدنية اللازمة للصناعة ، لذا إعتمدت الصناعة على دقة صنعها ورخص ثمنها تبعاً لرخص الأيدى العاملة . وكان الحرير الطبيعى من أهم المنتجات اليابانية التى تعتمد على الخامات المحلية ومن ثم كانت المنسوجات الحريرية خلال هذه الفترة من الزمن تمثل نحو ٢٠٪ من صادراتها . وقد كانت اليابان تصدر الشاى كذلك ، إلى جانب بعض المنتجات المصنوعة ، والتى تعتمد على الخامات الأولية المستوردة . ومن بين هذه المصنوعات الأخيرة ، الملابس القطنية والرايون Rayon ، والمنسوجات الصوفية ، والمصنوعات المعدنية ، والمصنوعات الخشبية . وأهم الخامات التى كانت تستوردها اليابان خلال هـــذه الفترة تتمثل فى الأسمدة ، والمعادن ، والحديد الخام ، والحديد الخردة أو المستعمل Scrap iron ومواد الوقود اللازمة للصناعة .

وخلال فترة ما قبـــل الحرب العالمية الأولى ، كانت الولايات المتحدة الأمريكية ، والصين ، والهند تمثل أعظم الدول المصدرة لليابان ، كما كانت تمثل كذلك الأسواق الرئيسية لتصريف المنتجات الصناعية اليابانية . وكانت

الولايات المتحدة الأمريكية تصدر إلى اليابان نحو ١/٣ حجم ما تستورده الأخيرة ، بينما تصدر الصين إليها نحو ١/٦ وارداتها وتصدر الهند إليها كذلك نحو ١/١٠ حجم الواردات اليابانية . بينما كانت اليابان تصدر إلى الولايات المتحدة الأمريكية نحو ١/٥ حجم وارداتها والى الصين نحو ١/٥ حجم وارداتها والى الهنـــد نحو ١/١٠ حجم وارداتها كذلك . ومن ثم أنشأت اليابان أسطولا تجارياً عظيماً ليعمل على تسهيل حركة نقل السلع التجارية عبر المحيط الهادى .

وقد تأثرت التجارة اليابانية خلال الحرب العالمية الثانية ، وأصيبت بأضرار بالغة ، حيث تهدم الكثير من المصانع ،ودمرت معظم قطع الأسطول التجارى، ومن ثم انفصلت الشبكة التجارية العظمى التى كانت تربط أجـزاء المحيط الهادى . وبانتهاء الحرب العالمية الثانية وضع الإقتصاد اليابانى تحت اشراف دول الحلفاء التى كتب لها نصر الحرب،وسيطرت الولايات المتحدة الأمريكية على الموارد الإقتصادية اليابانية . ولكن فى الوقت الحاضر استطاعت الصناعة اليابانية أن تقف على قدميها من جديد ، وأن تسترد سمعتها العالمية ، وباتت تنافس اليـوم أعظم الدول انتاجاً للأدوات الكهربائية والمنتجات الصناعية الدقيقة والثقيلة على السواء .

الفلبين : تحتل الفلبين مركزاً خاصاً فى تجـارة المحيط الهادى وتبعاً لعظم نفوذ الولايات المتحدة الأمريكية بها ، فان انتاجها الزراعى والصناعى أصبح يخطط اليوم وفقاً لما تحتاج اليه الأسواق الأمريكية . وتمثل السلع الزراعية المدارية أهم صادرات الفلبين . ومن بين هـذه الغلات جوز الهند ، والأباكا (Abaca (hemp ، والطباق و بينما تتركز أهم وارداتها فى الأرز

والقمح ومنتجات الألبان الى جانب استيرادها للالات الميكانيكية، والأدوات الكهربائية والسيارات .

ماليزيا وجزر الهند الشرقية :— يعتبر هذا الإقليم من أهم المناطق التى تؤثر فى كيان التجارة الدولية ذلك لأنها تمثل المصدر الرئيسى لأنواع متعددة من المواد الزراعية والتعدينية الأولية ، والتى تعتمد عليها الصناعات الأوربية والأمريكية . فتكاد تعتمد أجزاء العالم على ما يقدمه هذا الإقليم من المطاط الطبيعى ، والقصدير . كما ينتج فى هذا الإقليم كذلك السكر ، والبن ، والشاى ، والأرز ، والتوابل ، والكابوك Kapok والكوبرا Copra ، هذا إلى جانب إنتاج زيت البترول وبعض المواد المعدنية . وتعتبر ميناء سنغافورة Singapore مركزاً تجارياً عالمياً يرتبط بشمال غرب أوربا عن طريق قناة السويس من ناحية ، وبالولايات المتحدة الأمريكية عن طريق قناة بنما من ناحية أخرى .

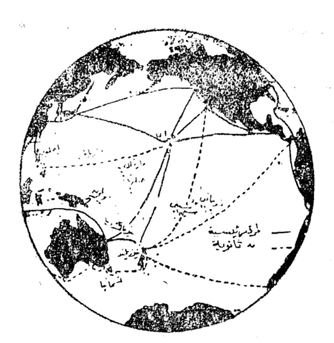
استراليا ونيوزيلند : بعد إكتشاف هذه المناطق الجديدة هرعت إليها الوفود الأوربية المهاجرة ،وخاصة من إنجلترا وأيرلندة وهولندة . وقد عمل سكان أستراليا ونيوزيلند (بما إكتسبوه من خبرات فى الزراعة وأعمال الرعى التجارى والصناعة بالعالم القديم) على استغلال الموارد الإقتصادية بهذه الأراضى البكر تبعاً للأساليب العلمية الحديثة . وحيث إن أستراليا ونيوزيلند يمثلان ركناً رئيسياً هاماً من إتحاد دول الكومنولث Common wealth ، لذا فقد إتجهت تجاراتهما صوب المملكة المتحدة خاصة وبقية دول الكومنولث عامة ، ومن ثم يمثل الطريق التجارى الملاحى عبر المحيط الهندى وقناة السويس والمحيط الأطلسى ، الطريق الرئيسى الذى تنساب عليه صادرات هاتين الدولتين ووارداتهما .

تبعاً لعظم مساحة المسطحات المائية بالمحيط الهادى ، وقلة مساحة جزره المتناثرة ، بالإضافة إلى ضعف القوى الشرائية للسكان ، تقل حجم التجارة التى تنقل عبر هذا المحيط عن تلك التى تتمثل بالمحيط الأطلسى. هذا على الرغم من أن طرق الملاحة البحرية فى هذا المحيط ، تربط بين حضارتين مختلفتين ، الأولى فى شرق المحيط وتتمثل فى الحضارة الأمريكية الحديثة ، والثانية على الجانب الغربى من المحيط ، وتتمثل فى الحضارة اليابانية والصينية القديمة . ومن ثم كان لا بد من تدعيم الروابط بينهما وأن يستفيد كل منهما من الآخر . وتتركز أهم الطرق الملاحية البحرية بالمحيط الهادى فى طريقين رئيسيين هما :-

(ا) الطريق الملاحى البحرى بالمحيط الهادى الشمالى :

ويمتد هذا الطريق على الجانب الشمالى الشرقى للمحيط الهادى ويربط بين الموانى الهامة التى تقع على الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية (مثل سان فرنسيسكو ، وسيتل ، وفانكوفر ، وأنكوراج Anchcrage) ، ثم يتجه الطريق غرباً مجاوراً لجزر ألوشيان إلى أن يصل إلى الجزر اليابانية (ميناء يوكوهاما - طوكيو) وبعدها ينحرف جنوباً حتى ينتهى عند ميناء مانيلا بجزر الفلبين . (شكل ١١١) .

وقد كان نتيجة لعظم حجم التجارة التى تنقل عبر هذا الطريق ، وقيمتها الكبرى (خاصة فيما قبل الحرب العالمية الثانية) أن أصبح ميناء يوكوهاما رابع ميناء فى العالم من حيث أهميته ومساحة الميناء البحرى الخاص به . أما



(شكل ١١١) الطرق الملاحية البحرية بالمحيط الهادى .

ميناء كوب (باليابان) فقد كان يمثل ثالث ميناء فى العالم من حيث حجم السلع التجارية التى تفد اليه وتصدر منه . ومن بين الموانى الهامة التى تقع على طول إمتداد هذا الطريق على الجانب الأسيوى ، شنغهاى Shanghai ، وهونج كونج Hong Kong ، ومانيلا .

ويلاحظ أنه من الأفضل بالنسبة للسفن التجارية التى تعبر قناة بنما ، والتى تحمل البضائع ، والسلع التجارية من الامريكتين متجهة إلى السواحل الشرقية لآسيا ، أن تتبع هذا الطريق السابق دون أن تتجه مباشرة إلى جزر هاواى لما يلى :-

١ - يعد هذا الطريق الشمالى أقصر من طرق هاواى بنحو ٢٧٠ ميل .

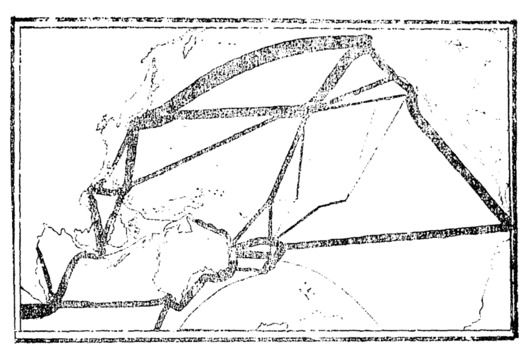
٢ - كثرة الموانى البحرية على طول الساحل الغربى لأمريكا الشماليه ، مما يساهم فى زيادة تبادل السلع التجارية ، وسهولة إتصال البواخر بهذه الموانى إذا ما تعرضت لأى خلل أو عقبات .

(ب) طريق جزر هاواى

يعد طريق جزر هاواى الذى يربط بين الساحل الغربى لأمريكا الشمالية وجنوب شرقى آسيا وأستراليا ، أهم الطرق الملاحية التجارية بالمحيط الهادى . وتفضل البواخر هذا الطريق الملاحى الطويل خاصة فى فصل الشتاء الشمالى لتفادى الأخطار الناشئة عن الأمواج العالية والإنخفاضات الجوية الكبرى بمياه بحر ألوشيان . وإذا ما قدرنا جملة حمولة التجارة التى تعبر جزر هاواى والتى تفد إليه من نيوزيلند وأستراليا والفلبين واليابان متجهة إلى الولايات المتحدة الأمريكية لتبين أن هذه الجزر أعظم مركز تجارى فى قلب هذا المحيط الشاسع . ومن ثم أصبح ميناء هونولولو Honolulu ، أشهر ميناء فى العالم ، حيث يتصل لاسلكيا بمعظم البواخر التى تعبر المحيط الهادى ولكن ليس معنى ذلك أن ميناء هونولولو يعد أضخم ميناء فى المحيط الهادى ، فضلا عن أنه محطة تموين رئيسية ، ذلك لأن معظم هذه السلع التجارية لا تنزل إلى أرض الجزيرة بل هى سلع عابرة لهذا الميناء . (شكل ١١٢) .

طرق الملاحة الجوية فوق المحيط الهادى

تحسنت طرق الملاحة الجوية فوق المحيط الهادى منذ عام ١٩٣٥ ، وبعد أن أصبح فى الإمكان صناعة الطائرات القوية التى يمكن لها عبور هذا المحيط ، وأن تقطع المسافات الطويلة فى فترة محدودة . وكانت طائرات « كليبر » Clipper Seaplanes ، والتى يمكنها أن تحمل وقوداً يكفى لأن تقطع به أكثر من ٢٠٠٠ ميل دون الهبوط بأى مطار جوى ، أهم الطائرات التى إبتكرت خلال هذه المرحلة الأولى من عصر الطيران ، ولكن بعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية إهتمت الدول التى سيطرت على جزر هذا المحيط بانشاء



(شكل ١١٢) انسياب السلع التجارية عبر أجزاء المحيط الهادى

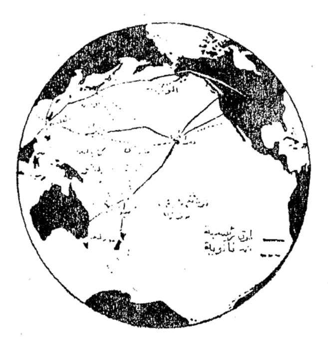
المطارات الجوية ، حتى تهبط بها الطائرات ، وتزود بما يلزمها من وقود ومواد غذائية . وأنشأت الولايات المتحدة الأمريكية مطار ميدواى فوق جزر هاواى والذى يعد أكبر المطارات الجوية بالمحيط الهادى . وتتلخص أهم الطرق الجوية التى تعبر هذا المحيط فيما يلى : —

١ — الطريق من سان فرنسيسكو على الساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية إلى مانيلا بالفلبين ، وتهبط الطائرات فى ميدواى (جزيرة هونولولو) ، وويك Wakē ، وجوام Guam . ومن مانيلا يتفرع طريق ثانوى إلى اليابان .

٢ — الطريق من سان فرنسيسكو وسيتيىل إلى سدنى باستراليا ، وتهبط الطائرات فى هاواى ، وفيجى ، ونواميا Noumea ، ونيوكاليدونيا .

٣ . الطريق الشمالي الدائري الذي يمتد من مدن الساحل الغربي لأمريكا الشمالية إلى جزيرة آتو (جزر ألوشيان) ومنها إلى طوكيو (اليابان).

٤ ـ طرق ثانوية فرعية ، مثل الطريق من فيجي الى نيوزيلند ، ومن هاواى الى مريانا ، والطريق من مريانا الى بونين . (شكل ١١٣).



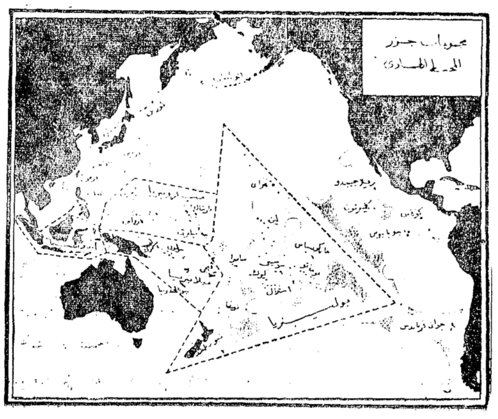
(شكل ١١٣) الطرق الملاحية الجوية بالمحيط الهادى .

الأهمية الاستراتيجية والتنافس الاستعماري لجزر المحيط الهادى

منذ بداية الإستعمار الإسبانى لبعض جزر المحيط الهادى فى القرن الخامس عشر وتكوين مستعمرة مريانا الإسبانيـة عام ١٥٦٤م ، اهتمت الدول الأوربية الأخرى بوضع يدها على بعض مجموعات جزر هذا المحيط تبعاً لأهميتها الاقتصادية أو تبعاً لأهميتها الاستراتيجية . وعلى ذلك فان كل الحدود السياسية التى تفصل بين مجموعات جزر المحيط الهادى ما هى الا حدوداً صناعية

شكلتها أطماع الدول الاستعمارية صاحبة النفوذ والقوة . ومن ثم نجد أن بعض الجزر التابعة لإدارة واحدة قد تبعد عن بعضها البعض بمئات من الأميال كما قد تحكم أكثر من قوة كبرى ، جزيرة صغيرة واحدة ، كما هو الحال بالنسبة لجزيرة نوارو Nauru الصغيرة المساحة والتى تخضع لإشراف بريطانيا وأستراليا ، ونيوزيلند .

وتخضع معظم جزر المحيط الهادى (فيما عدا بعض الدول المستقلة التى تقع على جانبي المحيط) تحت حماية الدول الكبرى التى قد تقع أراضيها على سواحله مثل الولايات المتحدة الأمريكية ، وشيلي ، والمكسيك ، وأستراليا ، ونيوزيلند ، والاتحاد السوفيتى أو تلك التى تبعد آلاف الأميال عن المحيط مثل بريطانيا ، وفرنسا ، وهولنده . (شكل ١١٤) .



(شكل ١١٤) مجموعات جزر المحيط الهادى .

وفى القرن السابع عشر والثامن عشر ، تمكن بعض الربابنة وصيادى الحيتان والبحارة الأوربيين ، من بسط نفوذهم على بعض الجزر الصغيرة بالمحيط الهادى . ولم يجد هؤلاء من يعارضهم أو يحد من نفوذهم . . ومن الطريف أن ألمانيا لم توافق على وضع حمايتها على جزر فيجى عام ١٨٧٢ ، كما رفضت بريطانيا الإشراف على جزر ساموا عام ١٨٧٧ . ولكن فيما بعد عام ١٩٠٠ أخذت الدول الكبرى تسعى لوضع يدها على بعض جزر المحيط الهادى لما يلى :-

١ - أهميتها كمصدر هام للسماد الطبيعى Guano .

٢ - استغلال ما قد تحتويه صخورها من مواد معدنية مثل الفوسفات والنترات والمنجنيز .

٣ - يمثل بعضها محطات رئيسية للكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع المحيط .

٤ - أهمية بعض هذه الجزر فى النقل الجوى ، والبحرى ، وكونها محطات تموين رئيسية لخدمة السفن والطائرات .

٥ - الأهمية الإستراتيجية لبعض هذه الجزر تبعاً لمواقعها الجغرافية الممتازة .

وقد وضعت الولايات المتحدة الأمريكية يدها على بعض جزر المحيط الهادى . فقد استولت على ميدواى عام ١٨٦٧ ، ثم بقية جزر هاواى عام ١٨٩٨ . وفى نفس هذا العام استولت على جزر ويك Wake ، وساموا الأمريكية American Samoa ، كما وضعت يدها على الممتلكات الإسبانية فى هذا المحيط واغتنمت بذلك جزر الفلبين وجوام . كما أعادت الولايات المتحدة

الأمريكية حق إمتلاكها لبعض الجزر الصغيرة المساحة، القليلة السكان، إلا أنها محطات تموينية هامة للملاحة الجوية والملاحة البحرية في المحيط الهادي ومن أمثلة هذه الجزر، كنجمان Kingman ، وبالميرا Palymra ، وبيكر Baker ، وهولند Howland وجارفيز Jarfis

وتعد جزر هاواي البوابة الغربية لأرض الولايات المتحدة الأمريكية ، فعلى الرغم من أنها تبعد عن الساحل الغربي لأمريكا الشمالية بنحو ٢٠٠٠ ميل إلا أنها تعد الموقع الأول الذي قد تصل إليه قوات أعداء الولايات المتحدة الأمريكية من الجانب الغربي ، سواء أكان وصولهم عن طريق البحر أو الجو ومن ثم اهتمت الولايات المتحدة الأمريكية ببسط نفوذها على هذه الجزر ، وجعلها مركزاً حربياً كبيراً ، بالإضافة إلى جانب استخدامها كمحطة لتموين الطائرات والسفن بما يلزمها من وقود ومواد تموينية .

وحاولت اليابان الإستيلاء على مجموعات جزر المحيط الهادي منذ القرن التاسع عشر ، ونجحت في بسط نفوذها على بعض مجموعات هذه الجزر التي تقع إلى الشمال من الدائرة الإستوائية والتي كانت تابعة لألمانيا من قبل ، مثل جزر كارولين Carolines ، ومريانا Marianas ، ومارشال Marshalls .

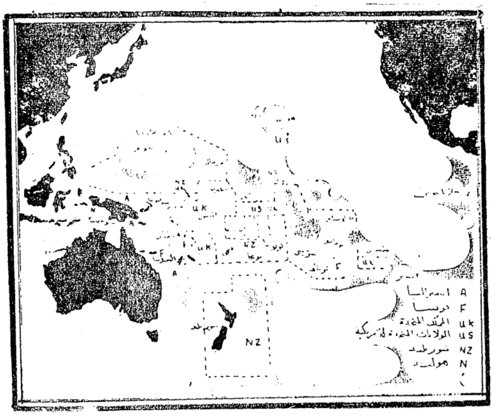
ولمساعدة عمليات القوات البحرية والقوات الجوية الأمريكية ، أنشأت الولايات المتحدة الأمريكية (فيما بين الحربين الأولى والثانية) فوق جزيرة هونولولو أعظم ميناء جوياً بالمحيط الهادي (ميناء أو مطار ميدواي) ، كما زودت الجزيرة بميناء بحري كبير ، وقاعدة عسكرية عرفت باسم قاعدة بيرل هاربر Pearl Harbour . وتقع هذه القاعدة العسكرية في موقع يتوسط كل من قاعدة داتش هاربر Dutch Harbour بجزر ألوشيان في الشمال، وقاعدة باجو باجو Pago Pago بقرب ساموا Samoa في الجنوب .

ولم يتمكن اليابانيون من إنشاء مثل هذه القواعد الحربية ذات المواقع الإستراتيجية الهامة ، ذلك لأنهم لم يستولوا إلا على بعض جزر المحيط الهادى المرجانية النشأة ، المنخفضة المنسوب والمكشوفة السطح . وكانت أهم قواعدهم الحربية تتمثل فى جزيرة ترك Truk (إحدى جزر كارولين) .

ومن ثم رأت اليابان أنه لا بد من الإستيلاء على بعض القواعد الحربية الأمريكية بالمحيط الهادى . وقام السلاح الجوى اليابانى فى ديسمبر عام ١٩٤١ بهجوم مفاجىء على ميناء بيرل هاربر (حيث كان الأسطول الأمريكى متجمعاً فيه) وألحق به خسائراً جسيمة . ثم ظهرت أطماع اليابان واضحة بعد استيلائها على بعض جزر ميكرونيزيا ، وميلانيزيا ، وأخذت تعد العدة لغزو أستراليا ونيوزيلند . ولكن نظراً لتوزيع القوى العسكرية اليابانية فى مواقع متعددة ، يفصل بينها مساحات مائية كبيرة ، تشتت قوى الجيش اليابانى، وكان من السهل على قوات الحلفاء قطع خطوط التموين الرئيسية لقوات الجيش اليابانى . وهكذا منيت اليابان بهزائم عنيفة ، خاصة فى معركة ميدواى ومعركة جوادالكنال فى نوفمبر عام ١٩٤٢ ، ومن ثم استولت الولايات المتحدة الأمريكية على الممتلكات اليابانية فى المحيط الهادى .

وإذا كان النصف الشمالى من المحيط الهادى يعد بحيرة أمريكية فان النصف الجنوبى منه يخضع عامة للنفوذ البريطانى . فتشرف أستراليا على مجموعات الجزر الواقعة الى الشمال من ساحلها الشمالى . كما تشرف نيوزيلند وبريطانيا على بعض الجزر التى تقع الى الشمال الشرقى من جزر فيجى ، مثل مجموعة جزر تونجا . (شكل ١١٥) . وتعد جزر سولمون ، وجيلبرت ، وأليس ، ويتسرن وبعض الجزر المرجانية لمجموعة جزر لين line Islanbs ، وفينوكس Phoenix مستعمرات بريطانية .

وتشترك معظم مجموعات الجزر التى تقع تحت إشراف بريطانيا . ونيوزيلند وأستراليا ، فى مجموعة دول الكومنولث . وترتبط فيما بينها بعلاقات تجارية وسياسية . بينما يتمثل النفوذ الفرنسى فى الجانب الجنوبى الشرقى من بولينيزيا (شكل ١١٥) ، فيما بين ممتلكات بريطانيا شرقا ، وممتلكات نيوزيلند غرباً . ومن بين المحميات الفرنسية كل من جزر ماركويساس ، وتوماتو ، وسوسيتى وتوبائى ، هذا إلى جانب مجموعة جزر نيوكاليدونيا وشسترفيلد التى تقع



(شكل ١١٥)التنافس الاستعمارى فى المحيط الهادى .

فى بحر كورال . ويتبع شيلى جزر جوان فرناند Juan Fernande وسانت فيلكس St. Felix .

وبانتهاء الحرب العالمية الثانية ، بزغت فى الأفق الدولى ، أهمية مواقع جزر المحيط الهادى من الناحية الإستراتيجية . وقسمت الممتلكات اليابانية بالمحيط الهادى بين دول الحلفاء التى كتب لها نصر الحرب العالمية الاخيرة . وأسفت الولايات المتحدة الأمريكية كثيراً على عدم حوزتها لقوس جزر ألوشيان الذى كان من نصيب حليفها ، الاتحاد السوفيتى ، (سبق أن اشترت الولايات المتحدة الأمريكية ألسكا بما فيها قوس جزر ألوشيان من الإتحاد السوفيتى عام ١٨٦٧) . وعملت الدول الكبرى (الولايات المتحدة الأمريكية - بريطانيا - الإتحاد السوفيتى - فرنسا - أستراليا - نيوزيلند) على تعزيز المواقع الحربية والإستراتيجية التى تخضع تحت إشرافها ، وتأمين مصالحها التجارية والسياسية فى أجزاء هذا المحيط الشاسع الإمتداد .

الفصل العشرون

أهمية علوم البحار والمحيطات فى الحياة العملية

على الرغم من أنه قد جرى العرف على تقسيم سطح هـذا الكوكب إلى أرض يابسة محدودة الأبعاد ، ومسطحات مائيـــة عظيمة الإمتداد ، إلا أن الظروف المناخية وما يترتب عليها من تنوع فى الحياة النباتية والحيوانية وطبيعة النشاط الإقتصادى فوق أجزاء اليابس ، تتأثر إلى حد كبير بما يجرى فوق المسطحات المائية ، فقد لاحظ الكتاب منذ القدم العلاقة بين التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية وكمية الأمطار الساقطة فوق سطح الأرض . فقد تبين أن المسطحات المائيـة وخاصة فى العروض المدارية تتعرض لسقوط الأشعة الشمسية القوية ، ومن ثم يعظم كمية المتبخر من المياه على شكل غازات وأبخرة تصعد إلى طبقات الجو العليا ، وتسبح وتنتقل من مكان إلى آخر فى مواقعها الجديدة ، إلى أن تنخفض درجة حرارتها وتتعرض للتكاثف ، وتسقط من جديد على شكل أمطار وثلوج تغذى أنهار وبحيرات الأرض اليابسة من ناحية وتشكل طبيعة الظروف المناخية لأقاليم اليابس من ناحية أخرى . وفى النهاية، تعود هذه المياه ثانية إلى الخزانات العظمى ، ألا وهى البحار والمحيطات ، عن طريق التصريف النهرى والثلاجات الجليدية . وعرفت هذه الدورة العامة باسم الدورة الهيدرولوجية Hydrological Cycle .

وكما سبق الذكر بأن مياه البحر فى حركة مستمرة ، وتعمل الرياح على

تكوين أمواج البحر وتشكيل إتجاهاتها ، كما تساهم في تشكيل مسالك التيارات البحرية السطحية ، وحدوث حركات التقليب الرأسية بمياه البحر .

ومن ثم قد تتكون بمياه البحار الأمواج العالية ، مثل أمواج التسنامي Tsunami Waves ، والتي تؤثر بدورها على سلامة حركة الملاحة البحرية من ناحية ، وتآكل صخور شاطيء البحر ، وإنهيار المساكن المجاورة لهذا الشاطيء من ناحية أخرى . كما تعمل التيارات البحرية (الدفيئة منها والباردة) . على تشكيل الخصائص الطبيعية العامة للهواء الملامس للسواحل التي تمر بجوارها .

ويتأثر مناخ القارات كذلك بطبيعة الهواء الملامس لسطح المياه المجاورة له ، بل والبعيدة عنه كذلك . فمن المعلوم بأنه يتكون فوق المياه السطحية للبحار بالعروض المختلفة كتل هوائية ذات خصائص طبيعية متنوعة . فقد تتألف بعض هذه الكتل من هواء قطبي بارد ، بينما يتألف بعضها الآخر من هواء مداري حار . ومن ثم عند تحرك هذه الكتل الهوائية من فوق المسطحات المائية إلى اليابس المجاور سرعان ما يتشكل الهواء الملامس لسطح الأرض بخصائص جديده تعمل على تعديل الخصائص المتيورولوجية العامة للجو في هذه المواقع .

ونحن ندرك الإختلاف بين كل من المناخ البحري Maritime Climate والمناخ القاري Continental Climate ، ويعزى هذا الإختلاف إلى أن الماء يكتسب الحراره ببطء ويفقدها ببطء كذلك . ومن ثم كان المدى الحراري اليومي والفصلي للمدن الساحلية أقل بكثير منه بالمدن الداخلية البعيده عن تأثير البحر والواقعة على نفس عروض المدن الأولى . وتؤثر الظروف المناخية في تنوع الغطاءات النباتية وكثافتها وتوزيعها الجغرافي فوق سطح

الأرض، وتنوع الغلات المزرعة من مكان إلى آخر، فضلا عن تنوع العائلات الحيوانية ، ومن ثم تشكيل النشاط الإقتصادى فوق أجزاء سطح هـــذا الكوكب . وعلى ذلك فان الحياه فوق الربع المعمور من سطح الأرض تدين بالكثير المسطحات المائية التى تشغل بقية أجزاء هذا السطح .

ويلاحظ أن العلاقة بين اليابس والماء ، وتأثر كل منهما بالآخر ، تعد علاقة تلقائية ، لا دخل للانسان فيها ، بل من الصعب له أن يتحكم فى تنظيم هذه الدوره العظمى . إلا أن الإنسان اهتم باستغلال المسطحات المائية البحرية، وحاول منذ بداية فجر التاريخ إستغلال ما بهـا من غذاء ومواد . ومن ثم يحسن أن نشير إلى منافع البحار والمحيطات ، والمجهودات التى بذلها الإنسان لإستغلال كائناتها العضوية ، والأملاح والمواد والمعادن التى قد تتمثل بمياهها وصخور أرضيتها .

أولا — استغلال بعض الكائنات العضوية

(أ) الاسماك والثدييات البحرية :

سبق الحديث عن العـــوامل التى تساهم فى تنوع الكائنات العضوية بالبحار والمحيطات ، وتبـــين أن خصوبة ميـاه البحـار تختلف من موقـــع إلى آخر تبعـاً لمدى وفرة المواد الغذائية بالميـاه والتى تتأثر بدورها وفقاً للخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحر . فتنتشر بمياه البحار أنواع مختلفة من الكائنات العضوية الحية التى يستخدم الإنسان معظمها فى غذائه أو مواد هامة لصناعاته . ويؤكد الباحثون بأن الإنسان لم يستغل مياه البحر إستغلالا إقتصادياً مجزياً ، وأن نشاطه حتى الآن ما زال يمثل مرحلة

أولية تشابه مرحلة « جمع الطعام » التى بدأ بها الإنسان نشاطه عند إستغلاله لسطح هذا الكوكب .

وقام الإنسان منذ القدم باستغلال الأسماك من مياه البحر وإدخالها ضمن وجباته الغذائية ، ولكن العائلات السمكية لا تشكل إلا جزءاً محدوداً من الكائنات العضوية بمياه البحار ، والتى يمكن أن تساهم فى تطور الإقتصاد البشرى . وقد تركزت المصايد العظمى للأسماك بالمسطحات المائية البحرية فى العروض العليا بنصف الكرة الشمالى ، خاصة أمام سواحل شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية والسواحل الغربية لكندا، وحوض بحر الشمال، والسواحل الشمالية الشرقية لآسيا ، وحوض بحر اليابان .

وعلى الرغم من تشابه الخصائص الطبيعية لمياه النصف الجنوبى من الكرة الأرضية والتى تقع على نفس عروض هذه المصايد العظمى السابقة ، إلا أن هذه المسطحات المائية بنصف الكرة الجنوبى (مياه السواحل الجنوبية الشرقية للأرجنتين ، والسواحل الجنوبية الشرقية لإتحاد جنوب أفريقية ، والسواحل الجنوبية الشرقيـة لأستراليا وجزيرة تسمانيا) لم تستغل إستغلالا إقتصادياً مجزياً ، كتلك فى نصف الكرة الشمالى . وقد يعزى ذلك إلى الأسباب الآتية :-

أ ـــ ضيق الرفارف القارية أمام سواحل هذه المسطحات البحرية الأخيرة لم يساهم فى خلق مياه مناسبة لتربية صغار الأسماك .

ب ـــ بعد هذه المسطحات المائية عن الأسواق الكبرى ومراكز الإستهلاك الرئيسية العالمية .

جـ ـــ إنشغال سكان سواحل هـذه المسطحات البحرية بحرف أخرى ، تدر عليهم أرباحاً أعظم من تلك التى قد يجنوها من حرفة الصيد البحرى .

وإلى جانب ذلك ، هناك مسطحات مائية بحرية أخرى لم يستغلها الإنسان في عمليات الصيد البحرى التجارى بصورة مجزية حتى الآن . ومن أهم هذه المسطحات ، تلك التى تشغل العروض الإستوائية والمدارية ، وتتميز هذه المسطحات المائية الأخيرة بوفرة المواد الغذائية بها ، إلا أن هذه المياه قلما تتعرض لحركات تقليب رأسية تساهم فى تجديد كائنات الفيتوبلانكتون ، ولكن فى تلك المسطحات المدارية البحرية والتى يحدث فيها حركات تقليب رأسية لأسباب محلية ، كما هو الحال أمام سواحل بيرو ، يكثر فيها تجمعات الأسماك ، ومن ثم ستمثل هذه المسطحات البحرية فى المستقبل القريب أعظم المصايد السمكية البحرية فى العالم . ولا يقتصر إستغلال الأسماك البحرية كغذاء للانسان فقط ، بل تستخدم فى الوقت الحاضر فى عمليات إستخراج زيت السمك . وصناعة الشحوم المقاومة للصدأ ، وصناعة دقيق السمك ، والأسمدة العضوية ، وعلف الحيوان .

وإستغل الإنسان كذلك بعض الثدييات البحرية مثل الحيتان وعجول البحر . بل تمثل الأخيرة الغذاء الرئيسى لحياة شعوب الأسكيمو البدائية . أما الحيتان ، فتستخدم أساساً لإستخراج الزيت منها . ويتراوح كمية الزيت التى تستخرج من الحوت الواحد من ٧٠ ـ ١٣٠ برميلا بينما يستخرج من بعض الحيتان الأخرى (حوت العنبر ـ راجع ص ٤٣٨) ، بعض المواد التى تدخل فى صناعة العقاقير الطبية والعطور الفاخرة . ويستخدم زيت الحوت فى صناعة الدهون «المارجرين» ، والبويات والصابون ، والجلسرين . بينما إعتادت بعض الشعوب (اليابان ، والنرويج) إدخال لحم الحوت فى وجباتهم الغذائية .

(ب) الطحالب والاسفنج

.. تنتمى الطحالب إلى الثالوثيات ، وهى نباتات وحيدة الخليـة ، وتتنوع عائلاتها من مياه إلى أخرى تبعاً للخصائص الطبيعية والكيميائية للميـاه التى تتمثل فيها الطحالب ومن ثم لاحظ الباحثون مجموعات مختلفة منها الطحالب الزرقاء ، وطحالب اللامناريا Laminaria ، والطحالب الخضراء والطحالب الحمراء ، ومنها العشب الأيرلندى Irish Moss والبورفـيرا Pörphyra ، والطحالب البنية والذهبية .

وقد استغل سكان السواحل منذ القدم بعض مجموعات هذه الطحالب خاصة فى الأغراض الغذائية . فيعتمد اليـــابانيون ومعظم سكان جزر بولينيزيا وميكرونيزيا على الطحالب كغذاء رئيسى ، وعمل احساء منه . إلا أن أعظم أنواع الطحالب أهمية هى الطحالب الحمراء حيث يستخرج منها مادة الآجار Agar ، والطحالب البنية التى يستخرج منها مادة الألجين Algin وتستخدم مادة الآجار فى صنع أطباق الحلوى و « الجيلى » ، والمسهـلات الطبية ، كما تدخل فى صنع بعض العقاقير الطبية ومركبات السلفا والفيتامينات . أما مادة الألجين فهى عبارة عن مادة حمضية (حامض الألجينيك Alginic Acid) ، تتميز بعظم درجة لزوجتها وعدم مساميتها ، ومن ثم تستخدم هذه المادة فى تنشيـة الأقمشة ، وصنع المواد والغطاءات غير المنفذة للمياه [1] .

وقد تبين أن المياه الساحلية الشمالية لجمهورية مصر العربيـة تزخر بأنواع

---

(١) ـ ا ـ أنور عبد العليم : « البحار والمحيطات ... » الدار القومية للطباعة والنشر ـ القاهرة عام ١٩٦٤ .

ب ـ سيد حسن شرف الدين « علوم البحار وفوائدها فى الحياة العامة » مطبوعات جامعة الاسكندرية ـ عام ١٩٦٦ .

مختلفة من الطحالب الحمراء والطحالب البنيـــة واللامناريا. ويجرى الآن إستخراج هذه الطحالب من مياه البحر، وتجفيفها ثم تصديرها لكى تصنع بالخارج. ونأمل فى القريب أن نصنع هـذه الأعشاب البحرية فى مصر حتى نستفيد من ثرواتنا الطبيعية أعظم استفادة.

أما الإسفنج فهو عبارة عن حيوان بحرى يعيش فى المياه المدارية وشبه المدارية الدفيئة، والتى تتميز بارتفاع نسبة الملوحة بها، وصفاء المياه وقـــلة الشوائب والمواد العالقة التى قد تسد مسامه، ووجود القاع الصخرى للبحر حتى يتمكن أن يثبت حيوان الإسفنج نفسه فوق هذا القاع. ويعيش الإسفنج كذلك بالمياه الضحلة فيما بين ١٠ الى ٥٠ متراً. وتعد المياه الساحلية لبعض سواحل الولايات المتحدة الأمريكية واليونان وجزر الهند الغربية وتونس وجمهورية مصر العربية من المراكز الرئيسية لصيد الإسفنج. وتتركز منابت الإسفنج المصرى على طول الساحل الشمالى فيما بين الأسكندرية شرقا والسلوم غرباً. ويعزى ذلك الى صفاء مياه البحر، وقلة المواد العالقة بها، وارتفاع نسبة ملوحتها. بينما لا تلائم الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه الساحلية أمام دلتا النيل، إنتشار منابت الإسفنج. وللاسفنج المصرى شهرة عالميـة لجودة أصنافه ومن ثم كثر الطلب العالمى عليه، ومن أهم أنواعه إسفنج الكاس أو الفنجان التركى، وإسفنج أقراص العسل وإسفنج الزيموكا. وكثيراً ما تتسلل السفن الأجنبية (خاصة اليونانية والإيطالية) الى المنطقـة الساحلية فيما بين العلمين ومرسى مطروح لجمع الإسفنج من الميـــاه البحرية المصرية الإقليمية. ومن ثم فان جملة الإنتاج السنوى الذى بلغ عام ١٩٦٤ نحو ٢٠٠٠٠ كيلو جرام، يمكن أن يتضاعف عدة مرات لو أحسن استغلال منابت الاسفنج وحمايتها من عمليات النهب التى تقوم بها بعض سفن الصيد الأجنبية.

(ج) المحاور والاصداف واللؤلؤ والقشريات

تزخر بعض المياه الساحلية بأنواع مختلفة من المحارات والأصداف واللؤلؤ والقشريات . وتعود سكان اليابان على أكل محارات الإستريديا ، وتعد هذه المحارات من الوجبات الشهية عندهم . وقد اعتاد سكان السواحل بالولايات المتحدة الأمريكية على استغلال المحارات وبعض الأصداف وبلح البحر بجانب الأكلات الخفيفة الشهية . وتنتشر محارات الأويستر Oyster ، والكلم Clam بمياه فى البحرين الأبيض المتوسط والأحمر . ويستخدم سكان الاسكندرية وبورسعيد والسويس هذه المحارات فى بعض الوجبات الغذائية . وقد تستغل الأصداف ومصارع بعض المحارات فى صنع أدوات الزينة ، وأزرار الملابس والحلى .

أما اللؤلؤ فينتشر بالمياه البحرية الدفيئة والتى ترتفع فيها نسبة الملوحة وتتمثل أشهر مناطق تكاثره فى مياه البحر الأحمر ، والخليج العربى ، وبحر اليابان ، وبعض مياه جزر بولينيزيا . ويتكون اللؤلؤ الطبيعى داخل أجسام المحار عندما يتسرب إلى داخل أحشائها بعض حبات الرمال . فى هذه الحالة تعمل الكائنات على إفراز بعض المواد التى تتجمع تدريجياً حول حبيبات الرمال وتكون فى النهاية جسم اللؤلؤة .

وقد سعت اليابان الى زرع اللؤلؤ ، وذلك بتربية المحار فى أحواض بحرية خاصة ، ثم يوضع بداخل أحشائها حبيبات من الرمال حتى تتجمع عليها الإفرازات المحارية المكونة للؤلؤ . وقد لجأت اليابان أخيراً الى إستيراد كميات كبيره من المحار من جمهورية مصر العربية لاستخدامها فى هذا الغرض ويلاحظ أن حرفة صيد اللؤلؤ من الخليج العربى انقرضت خلال السنوات الأخيرة .

بعد ظهور زيت البترول فى المنطقة ، كما يقابل اللؤلؤ الطبيعى منافسة قوية من اللؤلؤ الصناعى الرخيص الثمن .

أما القشريات المعروفة بعائلات كرستاسيا ، ومنها الجمبرى ، وأبو جلمبو ، والأستاكوزا (الأربيانات) وكلها تعيش فى المياه الدفيئة، ذات الملوحة العالية، فتنتشر مصايدها الرئيسية بمياه جزر الهند الغربية وسواحل فلوريدا وفى بعض المياه الساحلية لإيطاليا واليابان وجمهورية مصر العربية . ولا يتعدى إنتاج العالم منها عن ١ ٪ من جملة الإنتاج السنوى العالمى للعائلات السمكية الذى بلغ نحو ٤٨ مليون طن مترى عام ١٩٦٣ . ويتمثل بالمياه الساحلية المصرية أنواع متعددة من الجمبرى منها القزازى ، واليابانى ، والكهرمانى (راجع ص ٤٩٠)[1] وتنتشر مصايدها كذلك ببحيرة المنزلة . وتعد القشريات غنية بالفوسفور واليود كما تستخدم قشورها فى صنع غذاء الدواجن .

ثانيا ـ استخلاص بعض الأملاح والمواد واستغلال المعادن من البحار والمحيطات

لا تقتصر فلاحة البحر على إستغلال بعض الكائنات العضوية به، بل نجح الإنسان فى إستخلاص بعض الأملاح والمعادن الفلزية واللافلزية ، التى قد تتمثل بمياهه أو قد تترسب فوق قاعه ونذكر منها ما يلى :ـ

(١) سعد قسطندى مالطى» بحيرات مصر الشمالية » ، رسالة ماجستير ـ جامعة القاهرة ـ عام ١٩٦٠.

(أ) **ملح الطعام** Salt (كلور + صوديوم) كلوريد الصوديوم .

يعد ملح الطعام من أهم الأملاح الاقتصادية التي يقوم الانسان باستغلالها من مياه البحار والمحيطات وقد سبق الذكر بأنه يتمثل في مياه البحار مايقدر بنحو ١٫٤ × ١٠^٨ متر مكعب من ملح الطعام ، وأن متوسط نسبة ملوحة البحار تبلغ نحو ٣٥ في الألف . ويقدر الباحثون بأن كلوريد الصوديوم يمثل نحو ٨٧ ٪ من كمية الأملاح بمياه البحار .

ويستخلص ملح الطعام من مياه البحار الساحلية الضحلة ذات الحرارة المرتفعة ونسبة الملوحة العالية ، وذلك بأن تحجز مياه البحر الضحلة في أحواض مائية وتترك مدة من الزمن حتى تتعرض المياه لعمليات التبخر المستمرة ، ومن ثم تتركز الأملاح وتتجمع فوق أسياخ حديدية تثبت بقاع هذه الأحواض المائية . وتعد المياه الساحلية الضحلة لكل من بعض سواحل المكسيك وجزر الهند الغربية ، واليونان ، والصين ، وجمهورية مصر العربية من أعظم المناطق لاستخلاص ملح الطعام من مياه البحر .

ولاحظ الجيولوجيون كذلك تجمعات عظمى من ملح الطعام تنتشر بالطبقات الصخرية القديم فوق اليابس تبعاً لتراجع مياه البحر القديم عنها . وكثيراً ما تظهر هذه الفرشات والارسابات الملحيــة على شكل قباب صخرية ملحية . وتنتشر القباب والفرشات الملحية القارية على طول السهول الساحلية الجنوبية التي تشرف على خليج المكسيك بولايات تكساس ولويزايانا ، كما تتمثل في بعض أجزاء متفرقة بالقارة الأوربية خاصة بالاتحاد السوفيتي ، والسهول الشمالية بألمانيا الغربية ، وفي بعض أجزاء من مرتفعات هارتز Hartz Mts. ، وعلى طول المنحدرات الجنوبية لمرتفعات الكربات ، وفي إقليم ترانسلفانيا ،

ورومانيا (1) ويعرف الملح الناتج منها باسم الملح الصخرى Rock-Salt or Brine

(ب) اليود والبروم والمغنسيوم :

عمل الانسان كذلك على إستغلال بعض اللافلزات التى تتمثل بأجسام الكائنات العضوية البحرية . ويعد اليود من أندر اللافلزات على الرغم من أنه يتمثل بنسب متفاوتة فى كل الكائنات العضوية البحرية . وتعتبر الحيوانات البحرية الاسفنجية والمرجانية وكذلك بعض الأعشاب البحرية المصدر الرئيسى لليود حيث يختزن الأخير فى أنسجتها بكميات كبيرة .

ويستخلص عنصر البروم من مياه البحار كذلك ، ويقدر بأن نحو ٩٩ ٪ من جملة إنتاجه السنوى بالعالم تستخرج من ميـــاه البحر . وتتلخص منافع مركبات البروم فى صنع الجازولين المانع لدوى السيارات والجرارات ، كما يستخدم كذلك فى صناعة المسكنات ومطافىء الحريق والمواد الكيمائية الفوتوغرافية ، والأصباغ ، والمواد الكيميائية الحربية .

ويستخلص فلز المغنسيوم كذلك من مياه البحار ، ويقدر أن بكل ميل مكعب من مياه البحر ما يقرب من ٤ مليون طن من المغنسيوم ، وكمثل البروم كان المغنسيوم يستغل من صخور اليابس (خاصة الدولوميت) من قبل .

---

(١) أ ـ حسن أبو العينين ، « أصول الجيومورفولوجيا » ـ دار المعارف ـ الاسكندرية ـ عام ١٩٧٦ .

ب ـ هيلين فوجل ، ومارى كاروزو ، « حصاد المحيط » ـ دار النهضة العربية ـ عام ١٠٦٥ ص ٨٦ .

جـ ـ راشيل كارسون ، « البحر المحيط بنا » مكتبة الانجلو المصرية ـ عام ١٩٥٤ ص ٢١٧ .

ولكن أصبح الآن يستغل بصورة إقتصادية من مياه البحار حيث يتمثل فيه نحو ٨٠ ٪ من جملة المغنسيوم على سطح الكرة الأرضية . ويعـــد المغنسيوم أخف الفلزات المعروفة جميعاً ، ومن أكثرها قدرة واحتمالا ، ومن ثم أدخل فى صناعة الطائرات والآلات الحربية والمفرقعات . ويطلق الباحثون على فلز المغنسيوم اسم « فـلز المستقبل » ذلك لأنه يأخـذ بالتدريج مكانة الحديد والصلب فى الصناعات الحديدية الحديثة .

(ج) زيت البترول

من المعلوم أن زيت البترول الخام قد يتكون تبعاً لإندثار الكائنات البحرية



(لوحة ٢٤) بعض العقد المنجنيزية فوق أرضية المحيط الهادى عند عمق ١٤٠٠٠ قدم .

الحية وتراكمها فوق قاع البحر ، ثم تحال هياكل هذه الكائنات وأجسامها تدريجياً إلى تلك المادة التى تشكل مقياس الحضارة البشرية الحديثة والتى تعرف باسم « الذهب الأسود » . وتستغرق عملية التحلل التدريجى فترة جيولوجية طويلة ، ومن ثم يرجع عمر معظم الخزانات البترولية إلى الفترة الجيولوجية الواقعة فيما بين الزمن الجيولوجى الأول والزمن الجيولوجى الثالث . وعلى ذلك فان مواقع الخزانات الحالية لزيت البترول تمثل فى الواقع مناطق كانت مغطاة بالبحار القديمة التى انحصرت عنها خلال فترات متعاقبة . وقد تبين أن معظم خزانات بترول أوكلاهوما وتكساس، وكنساس تمثل جيوب صخرية رسوبية ، تكونت فى بحار قديمة كانت تغطى الجزء الجنوبى من السهول الوسطى بالولايات المتحدة الأمريكية خلال الزمن الجيولوجى الأول :

وإذا نظرنا إلى التوزيع الجغرافى للحقول الرئيسية لإنتاج زيت البترول فى العالم نجدها تتمثل على جانبى الخليج العربى وفى صخور رفارفه القارية وعلى جانبى خليج السويس ، وبأجزاء متفرقه على طول الساحل الشمالى لأفريقية، وفى بعض مناطق مجاورة لسواحل البحر الأسود وبحر قزوين . هذا الى بجانب خزانات زيت البترول فى بحر ماركيبو (بفنزويلا) وبأجزاء متعددة من سواحل تكساس المطلة على خليج المكسيك . وإن دل هذا التوزيع الجغرافى على شىء فانما يدل على أن خزانات البترول الرئيسية التى تستغل حاليا كانت تشغل أجزاء من قاع بحر تثس القديم الذى كان يفصل بين قارتى أنجارا وأرتكس فى الشمال ، وقارة جندوانا فى الجنوب . ومن ثم عنيت شركات البترول بأجراء الأبحاث الجيولوجية التفصيلية بمناطق صخور الرفارف القارية للبحث عن خزانات البترول . ودلت نتائج الأبحاث الجيولوجية بالرفارف القارية

لساحل تكساس ، وساحل فنزويلا ، وسواحل الخليج العربى، وأرضية خليج السويس ، على وفرة الخزانات البترولية بالصخور القارية لقاع البحر

(د) بعض المعادن الاخرى :

تنتشر بمياه المحيط وكذلك فوق قاعه كميات متنوعة من الرواسب المعدنية تتفاوت نسبة تراكمها من مكان إلى آخر ويلاحظ أنه من الصعب إستغلال معظم هذه المعادن بصورة إقتصادية مجزية فى الوقت الحاضر إلا أنه عند إكتشاف طرق جديدة لاستخلاص هذه المعادن من البحار قد يلجأ الإنسان إلى استغلال هذه الثروات الطبيعية الهائلة . ويدرس علماء الأقيانوغرافيا بالولايات المتحدة الأمريكية الوسائل المختلفة التى يمكن بواسطتها إستغلال العقـد المنجنيزية المتناثرة فوق أرضية المحيط الهادى ، بالأعماق البعيدة (لوحة ٢٤) . وقـد أوضح شبرد Shepard عام ١٩٦٢ [1] بأن نشأة المعادن بالبحار تختلف من مجموعة إلى أخرى وتتلخص مصادرها الرئيسية حسب أراء شبرد فيما يلى :

١ ـ المواد المعدنية البركانية والتى تتحلل من المفتتات الصخرية وبحيث لا تتأثر بالتغيرات الكيميائية أو الطبيعية خلال فترة وجودها بمياه المحيط وتعرف هذه المجموعة باسم Lithogeneous ، ومنها الكوارتز ، والفلسبار ، والميكا والأوجيت ويتشكل قاع المحيط الهادى (حيث يتعرض لثورانات بركانية هائلة) برواسب عظيمة الإنتشار تتألف أساساً من الكوارتز والفلسبار (شكل ١١٠) .

---

1 - Shepard, F. P., (Submarine geology). New York, (1962).

٢ — هياكل الكائنات النباتية والحيوانية البحرية ، والتي تتحلل بيولوجياً بعد إندثارها وتكون كربونات الكالسيوم ، والأوبال ، وزيت البترول .
وتعرف هذه المجموعة من المعادن بأنها من أصل عضوى Biogeneous

٣ — مواد تترسب تلقائياً من مياه البحر دون تدخل أى عوامل أخرى ، وتعرف هذه المجموعة من المواد باسم Hydrogeneous ومن أمثلتها الفوسفوريت ، والبيريت ، والفلبسيت .

٤ — مواد تتساقط من الفضاء الجوى، وتمثل بقايا الشهب والنيازك ، ومن ثم فهي مواد من أصل كونى وتعرف باسم Cosmogeneous .

وقد إستغل الإنسان فى الآونة الأخيرة بعض هذه المعادن بصورة اقتصادية وعلى سبيل المثال استخرج خام الكبريت بالقرب من سواحل لويزايانا منذ عام ١٩٥٤ ، وعنيت الشركات الأمريكية باستغلال هذا الخام الهام فى أرضية خليج المكسيك ، ذلك لأن الكبريت يدخل فى صناعة المفرقعات الحربية والأسمدة ، والبويات ، والحرير الصناعى . كما إستغلت العقد الصخرية الغنية بالمنجنيز والنحاس والنيكل ، وخاصة تلك التى تتمثل فوق هضبة بليك البحرية الواقعة بجوار الساحل الجنوبى الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية .

وعلى طول ساحل دلتا نهر النيل فيما بين رشيد ودمياط ، عثر على الرمال السوداء الغنية ببعض المعادن الهامة ذات القيمة الاقتصادية ومنها الألمنيت والروتيل ، والماجنيتيت ، والزركون ، والمونازيت ، والجارنت . ويعزى المصدر الرئيسى لهذه التكوينات الرملية إلى حبيبات الرمال التى يلقيها نهر النيل قرب مصبيه فى البحر الأبيض المتوسط ، ثم تعيد الأمواج هذه الرمال ثانية إلى خط الساحل بعد إمتزاجها بمواد معدنية جديدة وتتجمع على شكل فرشات

إرسابية رملية سوداء عظيمة الامتداد [1] .

ثالثا — استغلال مياه البحار فى توليد الطاقة المحركة

حاول علماء الأقيانوغرافيا الطبيعية توليد طاقة ميكانيكية من مياه البحار وخاصة بالمياه الساحلية التي يعظم عندها فرق مستوى المياه بين المد والجزر . وقد إستغلت مثل هذه الطاقة ببعض المياه الساحلية التى يعظم عندها فرق المد والجزر كما هو الحال فى خليج برستول وخليج مرزى بانجلترا . وتتلخص طريقة توليد الطاقة تبعاً لفرق المد والجزر فى إنشاء سد صناعى (مزود ببوابات للتحكم فى عملية حصر المياه وإنسيابها) عند مدخل الخليج الذى تحدث فيه هذه العملية . وعند وصول أعلى منسوب للمد العالى تقفل بوابات السد بإحكام ، ومن ثم يمكن استخدام كمية المياه المحصورة والتى تمثل أعلى منسوب للسد وأقل منسوب للجزر فى ادارة تربينات أو طواحين تعمل على ايجاد طاقة محدودة للاضاءة أو ادارة مصانع صغيرة . وعندما تستغل هذه المياه المحصورة تفتح عيون أو بوابات السد من جديد (عند قدوم مياه المد العالى) ويملأ الحوض الواقع خلف السد بالمياه من جديد . ولكن يلاحظ أن هذه الطاقة تعد غير منتظمة ومن الصعب التحكم فى قدرتها ذلك لأن مستوى ارتفاع مياه البحر وانخفاضه خلال عملية المد والجزر يختلف من يوم إلى

---

١ — حسن أبو العينين ، «أصول الجيومورفولوجيا» دار المعارف ـ الاسكندرية ـ عام ١٩٦٦ ـ الطبعة الثالثة ـ ١٩٧٦

آخر [1] .

ويرجح بعض العلماء بأنه يمكن أن تستغل الأمواج العالية (إذا زاد إرتفاعها عن ١٠ قدم) فى توليد طاقة كهربائية لادارة مصانع صغيرة بجوار السواحل، وذلك إذا انحصرت هذه الأمواج بين سد قوى على شكل حرف (٧) ومن ثم تتجمع مياه الأمواج فى نهاية السد ويرتفع منسوبها ، ثم تنساب فيما وراء السد إلى الحوض المائى الخلفى . وتبعاً لزيادة منسوب المياه بالحوض الخلفى يمكن الاستفادة من الفرق فى منسوب المياه فى توليد طاقة كهربائية . ولكن يلاحظ أن مثل هذه المشروعات النظرية من الصعب تطبيقها حيث إنه لا يمكن أن نضمن حدوث الأمواج العالية بصورة مستمرة طوال اليوم الواحد أو خلال فترات طويلة على طول مدار السنة .

وقد اقترح بعض العلماء إقامة مشروعات مختلفة للاستفادة من فرق منسوب مياه البحار التى تجاور بعضها (تبعاً لتعرض بعضها للبخر الشديد عن البعض الآخر) ، فى توليد طاقة كهربائية . ومن ثم رجح البعض بأنه يمكن إنشاء سدود تفصل بين هذه البحار المختلفة المنسوب ، وخاصة عند باب المندب فيما بين بين مياه البحر الأحمر شمالا ، ومياه المحيط الهندى جنوباً ، وعند مضيق جبل طارق فيما بين مياه البحر الأبيض المتوسط شرقاً ، ومياه المحيط الأطلسى غرباً وتبعاً لانخفاض منسوب مياه البحر الأحمر عن مياه المحيط الهندى ومنسوب مياه البحر الأبيض المتوسط عن المحيط الأطلسى ، فيمكن الاستفادة من فرق منسوب هذه المياة فى توليد طاقة كهربائية بعد إقامة تربينات خاصة عند هذه السدود تعمل على خلق طاقة كهربائية عظمى .

---

(١) سيد حسن شرف الدين ، « علوم البحار وفوائدها فى الحياة العملية » ، مطبوعات جامعة الاسكندرية ــ عام ١٩٦٦ .

رابعا – اعذاب مياه البحر

سبق القول بأن مياه البحار والمحيطات تمثل أكثر من ٩٨ ٪ من جملة حجم المياه فوق سطح هذا الكوكب ، كما أن الصحارى الحارة الجافة والمناطق الأخرى الجافة تشغل أكثر من ٤٠ ٪ من جملة سطح اليابس . ومن ثم كان من الضرورى البحث عن مصادر أخرى جديدة للمياه العذبة تقابل الزيادة المضطردة فى تعداد سكان العالم , وتغطى حاجتهم اليومية من المياه العذبة ، وتكفل إمكان التوسع فى الإنتاجين الزراعى والصناعى .

وقد نجح العلماء فى إعذاب مياه البحر أى تحويلها إلى مياه « حلوة » بعد فصل الأملاح عنها . وتبين أن عملية إعذاب مياه البحر تحتاج إلى طاقة حرارية كبيرة ، خاصة إذا كانت نسبة الأملاح بمياه البحر مرتفعة . وقد أمكن حساب هذه الطاقة الكهربائية اللازمة ، بواسطة تجارب أجريت فى حيز المعامل وتبين أنه لكى نحصل على ٣٣٨٥ متر مكعب من المياه العذبة يلزم إيجاد طاقة كهربائية لاتقل عن ٢,٨ كيلوات ساعة [١] ، لفصل هذه المياه العذبة من مياه البحر .

وتجرى عملية إعذاب مياه البحر فى الوقت الحاضر بطرق علمية حديثة منها : –

أ – التقطير : وذلك باستخدام الطاقة الشمسية أو مواد الوقود (الفحم والبترول) أو الكهرباء والمفاعلات الذرية .

---

(١) سعد الدين جلال ، « أبحاث جديدة للاستفادة من مياه البحار » — المجلة الزراعية — العدد الثامن يونيو عام ١٩٦٣ ص ١١٣ – ١١٧ .

- التجميد : أى تبريد مياه البحر فجأة . ومن ثم تنفصل بلورات الثلج عن بلورات الملح ، ثم يصهر الثلج للحصول على المياه العذبة (1) .

- التحليل الغشائي الكهربائي : وذلك بتمرير تيار كهربائي في أوان تحتوي على مياه البحر بين أقطاب كهربائية تعمل على استخلاص كلوريد الصوديوم (الملح) من مياه البحر ، ويصبح الماء بعد ذلك عذب المذاق .

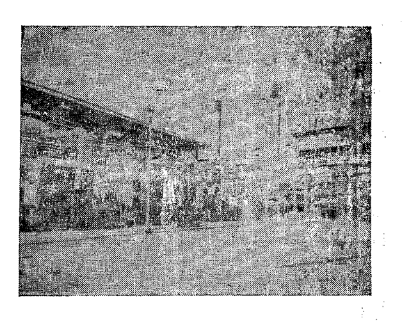
وقد سعت الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ١٩٥٢ إلى إعذاب المياه من المحيط الهادى ، واستغلال المياه العذبة بقصد الشرب ولخدمة مشروعات الرى على طول الساحل الغربي المطل على المحيط الهادى . ومن ثم أنشأت عدة مراكز تقع على شاطىء خليج مورو (فيما بين سان فرنسيسكو ولوس أنجلوس). لتحويل مياه البحر إلى مياه ذات درجة عالية من النقاوة . وكذلك أنشئت محطة لتقطير مياه البحر فوق جزيرة أروبا (بالبحر الكاريبي على بعد ١٥ ميلا من ساحل فنزويلا) ، وتنتج نحو ٢,٧ مليون جالون من المياه المقطرة يومياً ، مما يفيض عن حاجة الجزيرة التى لا يزيد عدد سكانها عن ٥٥ ألف نسمة .

وقد نجحت الكويت في توفير المياه العذبة لسكانها بعد تقطيرها من مياه البحر بتكاليف إقتصادية نسبياً . فبينما تبلغ تكاليف التقطير ١,٩٦ دولاراً لكل ألف جالون من المياه في محطة التقطير بخليج مورو بكاليفورنيا . تبلغ نحو ١,٧٥ دولاراً في محطة التقطير بجزيرة أروبا ، ونحو ١,٥٦ دولاراً في محطة التقطير بالشويخ — الكويت .

(1) أنور عبد العليم ، « البحار والمحيطات » — الدار القومية للطباعة والنشر — عام ١٩٦٤ ص ٢٤٤ .

ب — سيد حسن شرف الدين ، « علوم البحار وفوائدها في الحياة العملية » مطبوعات جامعة الاسكندرية — عام ١٩٦٦ .

وقبل عام ١٩٥٢ كانت الكويت تعتمد فى الحصول على الماء العذب على ما تنقله اليها السفن من مياه شط العرب . وكانت هذه السفن تنقل إلى الكويت نحو ٩٠ ألف جالون من المياه يومياً . ولكن إهتمت حكومة الكويت بعد ذلك بانشاء محطة تقطير لمياه البحر فى منطقة الشويخ (إحدى الضواحى الحديثة بالكويت) ، وإنتهى العمل بها عام ١٩٥٣ ، وكان متوسط إنتاجها نحو مليون جالون من المياه يومياً . ثم عنيت حكومة الكويت بانشاء مقطرات أخري (لوحة ٢٥) لزيادة الانتاج من المياه العذبة وكلها تعمل بطريقة التقطير الوميضى Flash Distillation [1] ، ومن ثم إرتفع إنتاج المياه إلى أكثر من ٥ر٦ مليون جالون يومياً ، عام ١٩٦٢ .

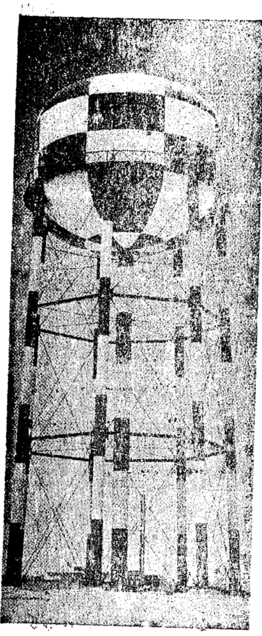


(لوحه ٢٥) محطه التقطير ـ المراجل والمبخرات ـ بالكويت .

---

١ ـ توفر هذه الطريقة الحديثة عدد العمال اللازمين للعمل ، وتقام المقطرات فى أرض محدودة المساحة ، ويعظم كمية الانتاج من المياه العذبة بواسطة هذه الطريقة الحديثة اذا ما قورنت بغيرها من الطرق الأخرى .

وتمتد الأنابيب التى تمد المقطرات بمياه البحر إلى مسافة تبلغ نحو ٦٠٠ قدم داخل مياه الخليج ، ومن ثم أصبحت عملية التقطير ممكنة فى كل حالات المد والجزر . وتمر مياه الخليج (نسبة الملوحة بها ٤٫٤ ٪) على مستودع تخلط فيه بمحلول الكلور لمنع نمو أى حيوانات بحرية فى الأنابيب أو الخزانات ، ثم تجرى بعد ذلك عملية التقطير .



(لوحه ٢٦) أحد الأبراج المائية العالية بالكويت

ويجمع الماء المقطر فى الخزانات والأبراج العالية (لوحة ٢٦) ، ويبلغ المخزون الإحتياطى من المياه العذبة بهذه الأبراج نحو ٢٥ مليون جالون . وتعد هذه الكمية كافية لسد حاجة سكان الكويت لمدة لا تزيد عن أربعة أيام فقط . وتعمل حكومة الكويت على إنشاء محطات تقطير إحتياطية لتوفير المخزون الإحتياطى من المياه العذبة بالكويت .

وحتى اليوم لا يصل الماء العذب إلى منازل الكويت مباشرة ، ولكن تجرى المياه فى أنابيب تصل بين محطات توزيع المياه (لوحة ٢٧) ، ومنها تملأ فناطيس السيارات بالمياه ، وتقوم الأخيرة بتوزيع المياه على مساكن المدينة . ويبلغ سعر كل ٨ جالونات من المياه نحو ٥٠ فلس كويتى (قرشان مصريان) .



(لوحة ٢٧) أنابيب المياه العذبة ، التى تعد شرايين الحياة لأرض الكويت

خامسا — الاهمية الاستراتيجية للبحار والمحيطات

كانت معظم دول العالم حتى العصور الوسطى تعتبر البحار والمحيطات التى تكتنف أراضيها حواجزاً تحميها من هجمات العدو ، وحدوداً سياسية

طبيعية تفصل بين أراضيها وأراضى البلدان الأخرى المجاورة لهـا . وخاف الإنسان ركوب المحيطـات الكبرى ، إلى أن أوضحت حـركات الكشوف الجغرافية الأبعـاد الحقيقية لليابس والمسطحات المائيـة فوق سطح هذا الكوكب . وبعد أختراع السفن البخارية بدأت تظهر أهمية البحار والمحيطات كطرق هامة للتجارة الدولية والمواصلات . وعمـل الرومانيون والاسبانيون والبرتغاليون والانجليز على الإحتفاظ بحقوقهم فى الملاحة البحرية المطلقة ببحار العالم المختلفة . وأنشئت أول مؤسسة دولية لتبادل نتائج الابحاث الأقيانوغرافية فى أستوكهلم عام ١٨٩٩ ، وعرفت باسم .

International Council For The Exploration ef the Sea

وتبعـاً للاستغلال المتزايد لمياه البحار وأرضيتها ، أهتمت الدول ذات السواحل البحرية بحقوقها فى إمتلاك الرفارف القارية التى تحف بسواحلها . ويوضح الجدول الآتى بيان بحقوق بعض الدول لمناطق الصيد أمام سواحلها، والتى إتفق عليها دولياً :

الدولة	عرض البحر الاقليمى (كيلو متر)	حقوق الصيد المطلقة (كيلو متر)
الأرجنتين	٤,٨	١٦
البرازيل	٤,٨	١٩
شيلى	٥٠	٣٢٠
اليابان	٤,٨	٤,٨
كوريا	—	٨٠ — ٩٦
الولايات المتحدة الأمريكية	٤,٨	—

وقد حاولت دول العالم منذ القدم حماية حقوقها الملاحية التجارية بالبحار والمحيطات . فبذل الفينيقيون من الجهد الكثير لحماية تجارتهم البحرية في الحوض الشرقي من البحر الأبيض المتوسط . وكان الرومان ينظرون إلى البحر الأبيض المتوسط « ثالوس Thalos » على أنه بحرهم دون سواهم Mare Nostrum أما الاسبان فقد دخلوا في حروب بحرية متعددة مع الأسطول البحرى البريطاني تبعاً للتطاحن والنزاع الذى نشأ بينهما على كيفية تقسيم مناطق النفوذ التجارى ببحار العالم . وكان للانعزال النسبي للجزر البريطانية عن بقية أوربا وإنفصالها عنها بواسطة القنال الانجليزى وبحر الشمال ، أثره الكبير فى حمايتها من الحروب النابليونية ، بل وخلال الحربين العالميين الأولى والثانية فيما بين ١٩٣٩ - ١٩٤٥ . ومع ذلك فقد حاول نابليون عبور القنال الانجليزى والهجوم على بريطانيا عام ١٨٠٣ ، ولكن كان نتيجة لإنتصار القائد الانجليزى نلسن عليه فى موقعة الطرف الأغر عام ١٨٠٥ أن أحبط كل آمال نابليون .

ومن ثم ظهرت عظمة القوة البحرية البريطانية ، وعكفت بريطانيا على استمرار تقوية إسطولها البحرى الحربى ، كما إستولت على مداخل البحار ومخارجها والجزر البحرية ذات المواقع الاستراتيجية . وهكذا وضعت بريطانيا يدها على جبل طارق الذى يمثل البوابة الغربية لحوض البحر الأبيض المتوسط ، وقناة السويس (حتى قبل عام ١٩٥٦) ، وكذلك ميناء عدن (بالقرب من باب المندب) والذى يمثل البوابة الجنوبية للبحر الأحمر . وأشرفت على ميناء سنغافورة الذى يقع على الطريق الملاحى البحرى الهام بين أستراليا ونيوزيلندا شرقاً ، وأوربا غرباً .

أما الولايات المتحدة الأمريكية فقد أشرفت منذ عام ١٩٠٣ ، على جمهورية بنما وقناة بنما التى تصل بين المحيط الأطلسى شرقاً والمحيط الهادى غرباً ، والتى تربط بين الساحلين الشرقي والغربى للولايات المتحدة الأمريكية . كما اهتمت كذلك بوضع نفوذها على بعض جزر المحيط الهادى وأهمها مجموعة جزر هاواى ذات الموقع الإستراتيجى الهام ، والتى تقع على الطريق التجارى الملاحى البحرى بين الساحل الغربى لأمريكا والساحل الشرقى لآسيا وأستراليا . (راجع ص ٥٩٦) . وبعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية ، ضعف نفوذ اليابان فى المحيط الهادى ، كما سبق أن ضعف النفوذ الاسبانى من قبل ، وأصبح النصف الشمالى من المحيط عبارة عن بحيرة أمريكية ، بينما سيطرت بريطانيا وفرنسا وهولنده على النصف الجنوبى من المحيط الهادى . أما الإتحاد السوفيتى فقد إمتلك من جديد قوس جزر ألوشيان بعد أن سبق أن إشترت الولايات المتحدة الأمريكية منه شبه جزيرة ألاسكا (بما فيها جزر ألوشيان) عام ١٨٦٧ .

وقد اهتمت هيئة الأمم المتحدة United Nations باستغلال المسطحات البحرية لخدمة الإنسان وفى أغراض السلم وتفرعت من اليونسكو U.N.E.S.C.O. عدة هيئات علمية ، تختص بالاشراف على مجال محدد فى علوم البحار والمحيطات ومنها لجنة مشاكل التغذية والزراعة U.N.Food and Agricultur Organization التى تشرف على تنظيم عملية إستغلال مصايد البحار والمحيطات . بينما إختصت هيئة القوى الذرية العالمية International Atcmic Energy Agency بالاشراف على التجارب الذرية التى تجرى فى صخور قاع البحار والمحيطات حتى لا تتلوث المياه البحرية بالاشاعات الذرية . وإختصت الهيئة العالمية للأرصاد الجوية World Meteorological Organization بدراسة كل

ما يختص بطبيعيات الجو والخصائص الطبيعية للمياه وحركتها ، وأثر كل ذلك في تشكيل مناخ اليابس المجاور .

والأمل كبير في إكتشاف وسائل جديدة تساعد على إستغلال الثروات الطبيعية والبيولوجية للبحار والمحيطات لخدمة الانسان ، حتى يتوفر الرزق والغذاء لأفراد العائلة البشرية ، ويرتفع مستواهم الاقتصادي والاجتماعي ، في أنحاء العالم أجمع .

بيان لبعض وحدات قياس المسافات والخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار

الميل البحرى = ١٨،٣ متر (أو ١/٦٠ من الدرجة عند خط الإستواء) .

العقدة = وحدة لقياس سرعة سير السفن أو سرعة التيارات البحرية وتساوى ميلا بحرياً واحداً فى الساعة . أو ١٫١٥ ميلا أرضياً فى الساعة . أى بمعنى آخر = ١٫٨٥٣ كم / ساعة (٠٫٥١٤ متر فى الثانية) .

الميل الأرضى = ١٦٠٩ متر أى = ١٫٦ كيلو متر تقريباً .

القامة = ٦ قدم = ١٫٨٢٨ متر .

القدم = ٠٫٣٠٤ متر .

الياردة = ٠٫٩١ متر .

الياردة = ٣ قدم ، والقدم = ١٢ بوصة ، والميل الأرضى ١٧٦٠ ياردة .

١٠٠٠ ياردة = ٩١٤٫٤ متر .
= ٠٫٥٦٨ ميل أرضى .
= ٠٫٤٩٣ ميل بحرى .

١٠٠٠ متر = ١٠٩٣٫٧ ياردة .
= ٠٫٦٢١ ميل أرضى .
= ٠٫٥٣٩ ميل بحرى .

١ هكتار = ٢٫٤٧ إكر .

١ كيلو متر مربع = ٠٫٣٨٦ ميل مربع .

١ كيلو متر مربع = ١٠٠ هكتار .

١ ميل مربع = ٢٫٥٩ كيلو متر مربع .

١ ميل مربع = ٦٤٠ إكر = ٢٥٩ هكتار .

المقياس المئوى = يبدأ من صفر°م إلى ١٠٠°م .

المقياس الفهرنهيتى = يبدأ من ٣٢°ف إلى ٢١٢°ف .

١°م = ٩/٥°ف .

١°ف = ٥/٩°م .

(عند التحويل من درجات مئوية إلى درجات فهرنهيتية =

= س × ٩/٥ + ٣٢ = ؟

وعند التحويل من درجات فهرنهيتية إلى درجات مئوية =

= س − ٣٢ × ٥/٩ = ؟)

١ لتر = ١٠٠٠ ملليمتر .

١ لتر = ٠٫٢٦٤ جالون .

١ هيكتولتر = ١٠٠ لتر .

١ كيلو جرام = ٢٫٢٠٤ رطل .

١ طن مترى = ١٠٠٠ كيلو جرام .

١ رطل = ٠٫٤٥٣ جرام .

تعريب بعض المصطلحات العلمية التي ورد ذكرها بالكتاب

(مرتبة بحسب الحروف الابجدية الانجليزية)

A

Abyssal plains.	سهول محيطية عظمى
Albatros	القادوس (طائر بحرى)
Algae.	طحـــالب
Myxophyceae.	طحـــالب زرقاء
Chlorophyceae.	طحـــالب خضراء
Phaeophyceae.	طحـــالب بنية
Rhodophyceae.	طحـــالب حمراء
Amphibia	البرمائيات
Amphiura filformis.	كائنات النجوم اللامعة .
Anabaena.	طحـــالب أنا بينا
Andesite line.	حد الاندسيت
Anticyclonic Conditions.	حالات أضداد الاعاصير الجوية
Aphotic zone.	طبقة المياه السفلى عديمة الاشعة الشمسية
Aphrodites.	فيران البحر
Apogee.	أقصى موقع للقمر بعيدا عن الارض .
Argyropelecus Chauliodus.	مجموعة الاسماك الفضية اللون .
Arrow warms.	الديدان السهمية
Atolls.	الجزر الحلقية المرجانية
Atomic clock.	الساعة الذرية
Azoic zone.	منطقة اللاحياة .

B

Bacteria	بكتيريا
Bagrus bayad	سمك البياض

Batitthoscope.	جهاز مكشاف الأعمـــاق
Barbus bunni	سمك البنى
Barilins (Dorade)	سمك المرجان
Barilius nilotica	مرجان نيلى
Barrier islands.	الجزر المرجانية السدودية .
Barrier reefs.	الحواجز المرجانية السدودية .
Bathyscaphe.	غواصة الأعمـــاق .
Bathysphere.	كرة الأعماق .
Bathythermograph.	جهاز تسجيل درجة حرارة المياه العميقة
Bays.	الخلجان البحرية
Benthic zone.	بيئة قاع المحيط
Neritobenthic.	بيئة قاع المحيط فى منطقة الرفارف القارية
Archibenthic.	بيئة قاع المحيط فى منطقة المنحدر القارى .
Abyssobenthic	بيئة قاع المحيط فى منطقة المرتفع القارى والأعماق البعيدة
Benthos organisms.	كائنات تعيش فوق قاع المحيط .
Binary star theory,	نظرية الشمس التوأمية .
Biological oceanography,	الاقيانوغرافيا البيولوجية
Bottom photography.	التصوير الفوتوغرافى للاعماق البعيدة
Boulders.	الجـــلاميد
Boundary currents.	تيارات بحرية على جانبى المحيط .
Branchio - Cardiac	الخيشوميات
Branchiopoda	القدمخيشوميات

C

Calanus.	عائلة كالنوس (زوبلانكتون)
Calcareous ooze.	الاوز الجيرى .
Carnivorous.	كائنات أكلة اللحوم . (مفترسة) .
Cartilaginous fishes	أسماك غضروفية
Cetacea.	عائلة سيتاسيا (الثدييات البحرية) .
Chemical oceanography.	الاقيانوغرافيا الكيمائية
Chemistry of sea-water.	كيميائيه مياه البحر .
Cliffs.	الجروف البحرية .

Cliff recession.	تراجع الجروف البحرية .
Coasts	السواحل .
Coasts of emergence.	السواحل البحرية المرتفعة .
Coasts of submergence.	السواحل البحرية المنخفضة .
Coasts of mobile regions.	سواحل المناطق غير المستقرة جيولوجيا .
Coasts of stable regions.	سواحل المناطق المستقرة جيولوجيا .
Cobbles.	الحصباء .
Coccolithophores.	كائنات الكوكوليث
Coccolith ooze.	الاوز الكوكوليثى .
Cod.	سمك الكود (الكلاء)
Cod - liver - oil	زيت السمك
Continental.	قارى .
Continental climate.	المناخ القارى .
Continental drift theory.	نظرية زحزحة القارات .
Continental rise.	المرتفع القارى .
Continental shelf.	الرفرف القارى (١) .
Continental slope.	المنحدر القارى .
Continental slope deposits.	رواسب المنحدر القارى
Copopods.	عائلة الكوبوبود (من ا... ريات) .
Coral shelves.	الرفارف المرجانية .
Coral reefs.	الحواجز المرجانية .
Core.	باطن الأرض .
Corer.	بريمة حفر الصخور
Coring.	استخراج عينات الصخور
Crabes.	الكابوريا

(١) يقصد بالرفرف القارى (الجمع : رفارف) . الأطراف الهامشية للقارات الواقعة أسفل مياه البحار . وقد اعتاد بعض الكتاب استخدام تعبير « الرصيف القارى » الا أن هذا التعبير الأخير يخلط بين مدلول معنى الرفارف القارية والسهول التحاتية البحرية.
Marine Platforms

Crayfish	جراد البحر (استاكوزا)
Crustacea.	عائلة الكرستاسيا (من القشريات)
Crust of the earth.	قشرة الأرض

D

Dark Nebulae.	السدم القاتمة المعتمة
Deep-sea camera.	آلات تصوير الاعماق البعيدة .
Deep-sea trenches.	الخوانق أو الخنادق المحيطية العميقة
Deglaciation.	ذوبان الجليد
Demersal fish.	الأسماك التي تعيش بالقرب من قاع البحر
Diatoms.	كائنات الدياتوم
Bladder type diatoms.	الدياتومات النصلية
Needle or hair-type diatoms.	الدياتومات المشعرة
Ribbon type diatoms.	الدياتومات الشريطية
Branched type diatoms.	الدياتومات الشجرية
Diatom ooze.	الاوز الدياتومي
Diatom's flowering.	ازدهار الدياتوم
Dinoflaglates.	الدينوفلاجات
Disphotic zone.	طبقة مياه ذات كمية محدودة من الاشعة الشمسية
Dolphin.	الدلفين
Drifting float.	العوامات الطافية
Dynamic meteorology.	المتيورولوجيا الديناميكية .

E

Echinocardium.	كائنات الايكونيد
Echinus	قنفذ الماء
Echo sounder.	جهاز تسجيل صدى الصوت .
Eel	سمك الثعبان
Eel grass.	حشائش الثعبان البحري
Elasmobranchii	أسماك غضروفية صفيحية الخياشيم

Emergence shelves.	الرفارف القارية المرفوعة
Eriphia (Crab)	ابوجلمبو
Estuaries	المضايق البحرية .
Euphotic zone.	طبقة المياه السطحية التي تحتوى على نسبة عالية من الاشعة الشمسية .
Euryhaline organisms.	كائنات تتحمل التغير السريع في درجة حرارة الميـــاه .
Eurythermic organisms.	كائنات تتحمل التغير السريع في درجة حرارة الميـــاه
Eustatism.	حركات التوازن الارضية .

F

Fission theory.	نظرية انشطار الكواكب .
Fjords.	الفيـــوردات .
Flat fish.	الاسماك المسطحة الشكل
Foramonifera.	الفورامنيفرا .
Fringing reefs.	الحواجز الحدية .
Fringing seas.	البحار الحدية أو الهامشية .

G

Geodetic change.	التغيرات الجيوديسية .
Geophysics.	الطبيعة الأرضية .
Glacial eustatism.	التغيرات الايوستاسية الجايدية .
Glacial shelves.	الرفارف القارية الجليدية .
Glauconite.	الجلوكونيت .
Globigerina ooze.	الأوز الجلوبجريني .
Graphy.	وصـــف .
Great nebulae in orion.	السدم العظمى الموهجة .
Guano.	السماد الطبيعي (جوانو)
Guyots.	الجبال المصطبية المحيطية.

Haddock	سمك الهادوك
Hake	سمك الهيك
Halibut	سمك الهاليبوت
Herring family (clupea)	عائلة أسماك الرنجة .
High islands.	الجزر (البركانية) المرتفعة .
Hydrographic data.	البيانات الهيدروغرافية الخاصة بالحرارة والملوحة .

I

Ice-bergs.	الجبال الجليدية الطافية .
Ichthyology (Piscatology)	علم الأسماك
Isohalines.	خطوط الملوحة المتساوية .
Isopleth.	خطوط انشائية تربط بين الكميات المتساوية لأى عنصر .
Isopychal.	خطوط الكثافة المتساوية .
Isotherms.	خطوط الحرارة المتساوية .

J

Jelly fish.	الأسماك الهلامية .
Juvenile water.	المياه الأولية

K

Krill	كريل ، مواد غذائية خاصة بالحيتان (اسم نرويجى)

L

Labrax	سمك القاروص
Labrus	سمك البلطى
Large river shelves.	الرفارف القارية عند مصبات الأنهار الكبرى
Littoral zone deposits.	رواسب المنطقة الشاطئية .

Lobsters.	السرطان البحرى (الأستوكوزا)
Low islands.	الجزر (المرجانية) المنخفضة .
Lunar tides.	قوة جذب القمر .

M

Mackerel.	أسماك المكاريل .
Mantle.	الطبقة الغطائية الداخلية من كوكب الأرض .
Marine.	بحرى .
Morine biology.	علم الأحياء البحرية
Marine deposits.	رواسب بحرية
Marine fungi.	الفطريات البحرية
Marine geology.	الجيولوجيا البحرية .
Marine platforms.	السهول الانحاتية البحرية
Marine sedimentology.	علم الرواسب البحرية
Marine terraces.	المدرجات البحرية .
Maritime climate.	المناخ البحرى
Milazzian terrace.	المدرج الميلازى
Mohörovicic discontinuity.	الحد الموهورفيشى
Monastirian terrace.	المدرج المونستيرى .
Mugil	سمك بورى
Mugil Saliens	بورى صغير الحجم (جران)

N

Neap tides.	المد المعتدل
Nebular - cloud theory.	نظرية السحب السديمية
Negative change.	تغيرات جيودسية سالبة .
Nekton.	كائنات تستطيع السباحة بنفسها .
Neritic.	البيئة البحرية فى الأعماق الضحلة .
Neritic zone deposits.	رواسب الأعماق الضحلة . (خاصة منطقة الرفارف القارية) .
Nova theory.	نظرية ميلاد نجم سماوى جديد .

Nudibranchs. — كسلازة البحر

Nursing ground. — أرض حضانة الاسماك .

Nutrient material. — المواد الغذائية بالبحر .

O

Ocean. — محيط .

Oceanography. — جغرافية المحيطات .

Oceanology. — علم البحار والمحيطات .

Okeanos. — محيط (تعبير يونانى قديم) .

Old peneplain. — سهل تحاتى قديم .

Open oceans. — البحار والمحيطات المفتوحة (خارج منطقة الرفارف القارية)

Open sea or deep water sediments — رواسب المياة العميقة فى البحار المفتوحة .

Orange peel – sampler. — كباشة الأعماق .

Organic deposits. — رواسب عضوية .

Orogeny. — فترة تكوين السلاسل الجبلية العظمى .

Over–fishing. — عمليات الصيد غير المنظمة .

Oyster. — الأويستر

P

Pack-Ice. — الجليدى البحر الطافى

Pebbles. — الحصى

Pelagic deposits. — رواسب المياه العميقة فى البحار المفتوحة .

Pelagic fish. — أسماك مياه البحار المفتوحة .

Pelagic zone. — بيئه مياه البحار المفتوحة .

  Epipelagic zone. — منطقة المياه المحيطية السطحية .

  Bathypelagic zone. — منطقة المياة المحيطية المتوسطة العمق

  Abyssopelagic Zone. — منطقة المياه المحيطية العظيمة العمق .

Perigee. — أقرب موقع للقمر من الأرض .

Photosynthesis — عملية التمثيل الكلوروفيلى .

Physical oceanography. — الاقيانوغرافية الطبيعية

Phytoplankton.	الفيتو بلانكتون (البلانكتون النباتي) .
Pilchard.	أسماك الباشارد .
Plaice (Pleuronectes Platessa)	أسماك البليس (سمك موسى) .
Planetesmial theory.	نظرية السكوكبات .
Plankton.	البلانكتون .
Planktonic foramonifra.	الفورامنيفرا البلانكتونية .
Polnchaetes.	الديدان الثاقبة .
Portolano cherts.	خرائط البورتولانو
Potential temperature.	درجة الحرارة الفعلية للمياه .
Primitive sun.	الشمس الأصلية أو الأولية .
Psammasphaera rustica.	كائنات سموسفيرا راستيكا .
Pteropode ooze.	الأوز البتروبودى .
Pure water.	المياه الصافية .

R

Raised beaches.	الشواطىء البحرية المرتفعة .
Red clay.	الصلصال الأحمر .
Round fish.	الأسماك المستديرة الشكل .

S

Sagitta elegans.	سجيتا اليجنا (زوبلانكتون) .
Sagitta setcsa.	سجيتا ستوزا (زوبلانكتون) .
Salmon	سمك السمون (١) أو سمك سليمان
Salinity,	الملوحة .
Sampling.	جمع عينات الرواسب
Sardines.	السردين
Scuba photography.	التصوير تحت الماء باستخدام رداء الغطس

---

(١) ملاحظة : حرف « l » لا ينطق به ، ولذلك البعض يطلق عليه خطأ اسم « السلمون » .

Scollops.	الاسكالوب .
Sea.	بحر .
Sea - anemones	شقائق النعمان .
Sea - cucumber	خيار البحر .
Sea floor.	قاع البحر .
Sea flowers	زهور البحر .
Sea fogs.	الضباب البحري .
Sea Ice.	الثلج البحري .
Sea - lilies	زنابق البحر .
Sea - lion	سبع البحر .
Sea - star	نجم البحر .
Sea - turtle	سلحفاة بحرية .
Sea ' urchin	قنفذ البحر .
Seals.	عجول البحر
Sea mounts.	التلال البحرية .
Sedimento - eustatism.	تغير مستوى سطح البحر بفعل ضغط الرواسب
Sediments.	رواسب .
Serpentinization.	عملية السربنتنة (إضافة المياه الى الأوليفين وتكوين صخور السربنتين) .
Shallow water sediments.	رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطىء
Shark	سمك القرش
Shoals.	سرب أو جماعة كبرى من الاسماك .
Shrimps.	الجمبري .
Sial.	صخور السيال (سليكات الالومنيوم) .
Sicilian terrace.	المدرج الصقلي .
Siliceous ooze.	الاوز السليكي .
Sima.	صخور السيما (سليكات الماغنسيوم) .
Sinusoidal wave.	الامواج القبابية الشكل .
Solar tides.	قوة جذب الشمس .
Sole	سمك البوري
Solitary waves.	الامواج الفردية المنعزلة .

Sounding.	طريقة الصوت .
Spermatophyta.	النباتات البذرية .
Sprat.	الاسبرات .
Spring tide.	المـــد العالى
Star fish.	سمك النجمة
Stenohaline organisms.	كائنات يتأثر نموها بتغير نسبة ملوحة المياه
Stenothermic organisms.	كائنات يتأثر نموها بتغير درجة حرارة المياه
Submergence shelves.	الرفارف القارية الغاطسة .
Submarine Canyon.	الاخاديد المحيطية العظمى .
Submarine ridges.	الحواجز المحيطية العظمى .
Suspension current.	تيار بحرى معلق .

T

Tectogene.	جذور الثنيات الصخرية المقعرة العظمى .
Tectono - eustatism.	تغير مستوى سطح البحر بواسطة الحركات التكتونية
Teleostomi	أسماك عظمية
Terrigenous deposits.	رواسب قارية .
Thalasa.	ثالاسا (البحر الابيض المتوسط ـ تعبير يونانى قديم) .
Thalssography.	جغرافية البحار أو البحر المحيط (تعبير غير مستخدم حالياً) .
Thallophyta.	طائفة نباتات المشريات .
Tides.	المـــد والجزر .
Trichodesmium Erythraeum	طائلة الطحالب الحمـــراء .
Trochoidal waves.	الامواج الحلزونية .
(Temperature-Salinity D.) T.S. diagrams.	قطاع الحرارة ـ الملوحة .
Tsunami.	الأمواج العظمى التي تتولد بفعل الزلازل
Turbidity Currents.	التيارات الدوامية العكرة .
Tyrrhuian terrace.	المدرج التيرانى .

U

Upwelling.	حركات التقليب أو التوازن الرأسية بالمياه

V

Van Veen or Patterson grab sampler	كباشة باترسون .

W

Water masses.	الكتل المائية .
Water sampling bottles.	زجاجات عينات المياه
Whales.	الحيتـــان .
Whalebone whales.	الحيتـــان العظمية .
Toothed whales.	الحيتـــان ذات الاسنان .
The right whales.	الحيتـــان الأصلية .
The rorquals whales.	حيتـــان الرور كوالس
Balaenoptera musculus.	الحيتـــان الزرقاء .
Balaenoptera physalus.	الحيتـــان ذات الزعانف .
Megaptera Novae - angliae,	الحيتـــان الحدبة الظهر (جمل البحر)
Orcinus orca	الحيتـــان القاتلة أو السفاحة .

Z

Zooplankton,	الزوبلانكتون (البلانكتون الحيواني) .
Zostera,	حشائش ثعبان البحر .

أهم المراجـــع

أولا - المراجع العربية

أنور عبد العليم : « الثروة المائيـة فى جمهورية مصر العربيـــة » دار المعارف عام ١٩٦١ .

أنور عبد العليم : « البحار والمحيطات » الدار القومية للطباعة والنشر عام ١٩٦٤ .

حسن أبو العينين : « جغرافية البحـــار والمحيطات » الطبعة الأولى بيروت ١٩٦٧ .

حسن أبو العينين وسيد

حسن شرف الدين : « الأقيانوغرافيا الطبيعية » الطبعة الأولى ـــ دار المعارف ـــ الاسكندرية ١٩٦٩ .

حسن أبو العينين : « كوكب الأرض-ظواهره التضاريسية الكبرى» مؤسسة الثقافة الجامعية- الطبعة الرابعة الاسكندرية ١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « أصول الجيومورفولوجيـــا » مؤسسة الثقافة الجامعية ـ الطبعة الثالثة الاسكندرية ١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « جغرافية العالم الإقليمية »- آسيا الموسمية وعالم المحيط الهادى ـ مؤسسة الثقافة الجامعية ـ الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « دراسات فى جغرافية لبنان » بيروت ١٩٦٨ :

راشيل كارسون : « البحر المحيط بنا» سلسلة الألف كتاب - القاهرة ١٩٥٤ .

ى أندروز : « الحيتان » ترجمة محمد صابر سليم ـ دار المعارف ١٩٦٤ .

سعد قسطندى مالطى : « بحيرات مصر الشمالية » رسالة ماجستير ، القاهرة ١٩٦٠ .

شريف محمد شريف : « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤ .

صلاح الدين الزرقا
ورياض قوره : « التغير الموسمى للصيد من أسماك البحر الأبيض المتوسط » وزارة البحث العلمى ـ النشرة رقم ٧٤ أغسطس ١٩٦٤ .

هيلين فوجل ، ومارى
كاروزو : « حصاد المحيط » ترجمة زكريا فهمى ـ دار النهضة العربية عام ١٩٦٥ .

تقارير هيئات :

ـ بيانات عن المصايد السمكية بجمهورية مصر العربية ـ قسم الإحصاء لأعوام ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ ، ١٩٦٤ ، ١٩٧٣ .

ـ تقدير الإنتاج السمكى لجمهورية مصر العربية عام ١٩٦٢ وعام ١٩٦٤ وزارة البحث العلمى ـ مركز بحوث البحار والمصايد بالاسكندرية .

ـ الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ـ إحصاءات الإنتاج السمكى فى جمهورية مصر العربية عام ٧١ ـ ١٩٧٢ ـ مرجع رقم ١٢١٨ أ / ٧٤ سبتمبر ١٩٧٤ .

ثانيا – المراجع الأجنبية

Agassiz, A., (General report of the expedition steamer Albatross, from Feb. to May, 1891.) Bull' Museum Comp. Zool. vol. 23. (1862),.

Airy, G. B., (On tide and waves), Encycl. Metropolitana, vol. 5 (1845), 241 – 396

Arx, von, W. S, (Introduction to physical oceanography), London, (1962).

Balls, R., (Fish Capture), London, (1961).

Bezrukov, P.L, (Bottom Sediments of the Okhotsk Sea), Repts, Ins. Oceanology, vol. 32 (1960), 15–95.

Bourcart, J., (Le Fond des Océans), Presses Université de France. Paris, (1954).

Bourcart, J., (Les vases de la Méditerranée et leur mécanisme de dépot). Deep-Sea Research, vol 1. (1954), 126–130,

Boutan B., (La Photographic Sous Marine), Schleicher Fréres. Paris, (1900),

Bucher, W.H., (The deformation of the earth's Crust), Princeton., U. S. A., (1933).

Cameron, F.W., (The Philippine Islands), Harvard, Univ. Press, (1945)

Carsola, A. J., (Submarine canyons on the Arctic slope), Jour. Geology vol. 62 (1954), 605 610.

Carsola, A. J., (Submarine geology of two flat-topped seamounts), Amer. Jour. Sci, vol. 259 (1952), 481—497.

Carson, R.L., (The sea around us), Oxford Univ. Press, (1951).

Chubb, L., J., (The structure of the Pacific Basin),Goel.Mag.,vol 69 (1934).

Cowen, R. C., (Frontiers of the sea), London, (1960).

Cross, E. R., (Under water photography and Television), New York, (1954).

Cumberland,K., (Southwest Pacific), London (1958).

Curray J. R., (Late Quaternary sea level ; a discussion.) Bull. Geol. Sco. America., vol 72 (1961), 1707–1712.

Daly, R. A., (The glacial — control theory of coral reefs), Proc Amer. Acad. Arts, Sci, vol 51 (1915), 157-251

Daly, R. A., (Origin of submarine canyons), Amer. Jour. Sci, vol 13 (1936) 401 – 420).

Daly, R. A., (The changing world of the Ice Age), London, 1936.

Dana, J. D., (Origin of Coral reefs and islands). Amer. Jour. Sci., vol. 30 (1885), 169—191.

Darwin,Charles, (The structure and distribution of coral reefs), London, (1842).

Davis, W. M. (The coral-reef problem) Amer. Geol. Soc., No.9 (1928).

Dietz, R. S., (Geomorphic evolution of continental terrace). Bull. Amer. Assoc, Petrol. Geologists, vol36(1952).

Dietz. R. S., (Hawaiian swell...) Jour. Geol, vol. 61 (1953), 99-113

Dietz. R. S., (Continent and ocean basins...) Nature, vol. 190 (1961), 854 - 857.

Emery, K. O., (The sea of southern Colifornia), Wiley, New York, (1960).

Ewing. J., (Geophysical measurements in the western Caribbean Sea). Jour. Geophy. Research, vol. 65 (1960)

Ewing, M., (Photography of the ocean bottom), Jour. Optical Soc. Amer. vol 36 (1946), 307 - 321.

Ewing. M., (A theory of Ice Ages) science, vol., 127, (1958).

Flint, R. F., (Glacial and Pleistocene geology), New York, (1957)

Flint, R. F., (Climatic changes since the last interglacial), Amer Jour. Sci, vol. 259 (1961). 321 — 328.

Freeman, O.W., (Geography of the Pacific.,) London, (1961).

Gaskell, T. F., (Under the deep oceans). London, (1969).

Godwin, H., (Radio carbon dating of the late-glacial period in Britain), Proc. Roy. Soc. (London), vol. 150 (1959), 199 ... 215.

Graham, M., (Rotional fishing of Cod in the North Sea), London, (1948).

Graham, M., (Sea fisheries) London, (1956).

Gripenberg. S, (Sediments of the North Baltic), Hav forsk-ninigstitutes, Skirft no. 96, (1934).

Guilcher, A, (Coastal and Sub marine morphology) London, (958), (Trans. hy B. W. Sparks)

Hardy, A, (The open sea I, The world of Plankton), Collins, London, (1956).

Hardy, A., (The open sea II, Fish and fisheries) Collins, London, (1959).

Heezen, B. C, (Dinamic processes of abyssal sedimention), Geophys. Jour. Roy. Astron. Soc., vol. 2 (1959) 142 — 163.

Heezn, B. C., (The rift in the ocean floor). Sci American, (1960), 98 — 114.

Heezen. B. C., (The Floors of the ocean...) Geol. Soc. America Spec. Paper 65 (1959),

Hess, H.H., (Drowned ancient islands of the Pacific basin), Amer. Jour. Sci., vol 244 (1946), 772 — 791.

Holtedahl, H., (Some remarks on the geomorphology of continental shelves off Norway), Jour Geology, vol. 66 (1958), 461 — 471.

Hodgson, w.C., (The herring and its fishery), London. (1957).

Johnson, D.W, (Shore processes and shoreline development), New York, (919)

Johnson, D.W, (The origin of submarine canyons). New York, (1939).

Johnstone, J., (The marine plankton), London, 1924

Keith, A., (The Grand Banks earthquake), . Seismel. Soc. Amer (1930).

King, C. A. M., (Beaches and coasts), London, (1959).

King, C. A. M., (Oceanography for geographers,) London, (1962).

King, L. C., (Morphology of the Earth), London, (1962).

Kuenen, H., (Rate and mass of deep sea sedimentation), Amer, Jour. Sci, vol. 244 (1946), 563–572.

Kuenen, H., (Marine Geology), New York, (1950).

Kuenen, H., (Origin and classification of submarine canyons), Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 64 (1953).

Lake, P., (Physical geography), Cambrigde, 1948.

Menard, H. W., Pleistocene and Recent sediment from the floor of the northwest Pacific). Bull. Geol. Soc. America, vol. 64, (1953), 1279—1294.

Menard, H. W., (Deformation of the northeastern Pacific Basin). Bull. Geol. Soc. America, vol. 66 (1955).

Menard, H. W., (Geology of the Pacific sea floor), Expérientia, vol., 15 (1959), 205—213

Menard, H. W., (The East Pacific Rise), Science, vol. 132, (1960), 1737—1746.

Phleger, F. B., (Ecology of Foraminifera...) Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 46 (1951), 1 – 88.

Proudman, J., (Dynamical oceanography), London (1953).

Revelle, R. R., (On the history of the oceans), Jour. Marine Research, vol. 14, (1955), 441—461.

Shepard, F. P., (Submarine geology), New York, 1948, and 1962.

Shepard, F. p., (The earth beneath us), Baltimare, (1959).

Shepard. F. P., (Revised classification of marine Shorelines), Jour, Geol. vol. 45 (1937), 602 — 624.

Shepard, F.P., (Composite origin of submarine canyons), Jour. Geol. vol. 60, (1952), 84—96.

Shepard, F.P., (Distribution of sediments on east Asiatic Continental Shelf). Allan Hancock Foundation, No, 31 (1949). 1—94

Smart, W. M., (The origin of the Earth,). A Pelican Book., (1959).

Steers., J. A., (The coral islands ...) Geog. Jour. vol. 89 (1937), 1—146.

Steers., J. A., (The Coastline of England and Wales). Cambridge (1948).

Stommel, H., (The Gulf Stream.), Univ. of California Press, (1958).

Sverdrup, H.U. and others, (The Oceans ...), Prentice-Hall, New Jersey, (1942 and 1962)

Umbgrove, J. H. F., (Coral reefs of East Indies), Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 58 (1947).

Valentin, H., (Die Kusten der Erde), Berlin, (1952).

Van Straaten,
L. M., (Rhythmic patterns on Dutch North Sea beaches.) Overdruk uit, Geol. en Mijnbouw. vol. 15 (1953), 31—43.

Vening Meinesz,
F. A., (Gravity Expeditions at Sea), Waltmann., Delft, vol. 1 (1932).

Vening Meinesz,
F. A., (Plastic buckling of the earth's crust), Ceol. Soc. Amer. vol. 62 (1955), 319—330.

Walford, A., (Living resources of the sea), The Ronald Press. (1958).

Wegener, A., (The origin of Continents and oceans). New York (1924).

Wright, G. F., (The Ice Age in North America). Ohio, (1911).

Wright, W. B., (The Quaternary Ice Age), London, (1937).

Zeigler, J: M.,
and other, (Profiles across the Peru-Chile Trench.,)Deep-Sea Research,vol. 4, (1957), 238—249.

Zenkevitch,L.A., (Importance of deep-sea research), Trudi: Inst. Okeanol. vol. 12 (1955). (Trans. frcm Russian).

Zenkevitch,L.A., (On the genesis of cuspate spits along lagoon shores). Jour. Geol. vol. 67 (1959), 269—277,

Zeuner, F. E., (Dating the Past), London (1950).

Zeuner, F. E., (The Pleistocene Period). London, (1959).

Zhivago, A. V., (Types of bottom relief in the southern Indian Ocean). International Oceanographic Congress. Washington, (1959).

U.N.E.S.C.O., UNESCO Symposium on physical oceanography. Tokyo (1965).

فهرس محتويات الكتاب

الصفحة

الباب الرابع

الباب الخامس

الباب السادس

الباب السابع

الباب الثامن

أهم المراجع

فهرس الاشكال التى وردت بالكتاب

أولا : الخرائط الأشكال التوضيحية

رقم الشكل | الصفحة

رقم الشكل	الصفحة
٤١ — التركيب الصخرى أسفل خانق تونجا المحيطى .	٢٦٧
٤٢ — العلاقة بين موقع الحواجز المحيطية والخطوط الفاصلة بين الأحواض المحيطية .	٢٧٢
٤٣ — أعماق قاع المحيط الأطلسى .	٢٧٤
٤٤ — تصنيف الحواجز المحيطية تبعاً لإختلاف تركيبها الصخرى .	٢٧٦
٤٥ — بعض القطاعات التى توضح تضرس قاع المحيط الأطلسى وشكله العام .	٢٧٧
٤٦ — الطرق المختلفة التى قد تتكون بواسطتها الحواجز المحيطية العظمى حسب آراء « هيس » سنة ١٩٤٦ .	٢٨٠
٤٧ — أنواع الرواسب فوق أرضية البحر البلطى وبحر الشمال .	٢٨٩
٤٨ — مورفولوجية قاع خليج المكسيك .	٢٩٢
٤٩ — تنوع الرواسب فوق الرفرف القارى للبحر الأصفر .	٢٩٥
٥٠ — تنوع الرواسب فوق أرضية الرفرف القارى للساحل الشرقى للصين .	٢٩٦
٥١ — إختلاف نشأة الرفارف القارية .	٣٠٤
٥٢ — بعض العوامل التى تساهم فى نشأة المنحدر القارى .	٣١٢
٥٣ — أخدود « هدسن » المحيطى كما توضحه خطوط الأعماق المتساوية .	٣١٨
٥٤ — الشكل الشجرى لأخدود المحيط الأطلسى الشمالى وروافده.	٣١٩
٥٥ — أخدود الكنغو المحيطى .	٣٢٠
٥٦ — الجزر المرجانية الحلقية ١ - جزيرة فانيكورو - من	

رقم الشكل | الصفحة

رقم الشكل	الصفحة

رقم الشكل	الصفحة

رقم الشكل | الصفحة

رقم الشكل	الصفحة

ثانيا ـ اللوحات

المطبعة الحديثة
الإسكندرية